

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**RESPUESTA DE LA CALÉNDULA (*Caléndula officinalis* L.) A LA  
APLICACIÓN EXOGENA DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA PRODUCCIÓN DE  
PLÁNTULA Y CRECIMIENTO VEGETATIVO**

**Por:**

**MAYRA ISABEL ORTIZ ANACLETO**

**TESIS:**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Noviembre de 2011.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

RESPUESTA DE LA CALÉNDULA (*Caléndula officinalis* L.) A LA  
APLICACIÓN EXOGENA DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA PRODUCCIÓN DE  
PLÁNTULA Y CRECIMIENTO VEGETATIVO

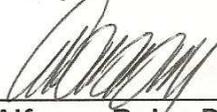
Presentada por:

**MAYRA ISABEL ORTIZ ANACLETO**

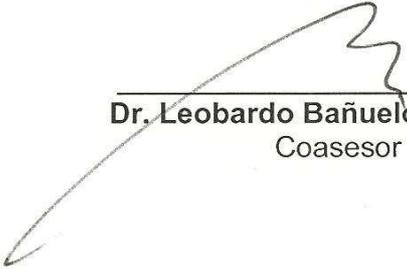
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

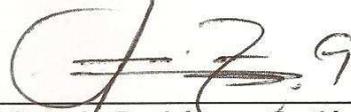
Aprobada:



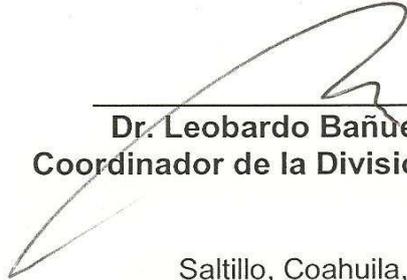
**MC. Alfonso Rojas Duarte**  
Asesor principal



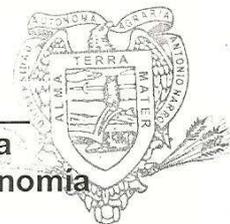
**Dr. Leobardo Bañuelos Herrera**  
Coasesor



**M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez**  
Coasesor



**Dr. Leobardo Bañuelos Herrera**  
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO:**

Por abrirme las puertas en dicha institución y haberme brindado la oportunidad de iniciar mi formación profesional.

AL M.C. Alfonso Rojas Duarte: por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, además por los conocimientos compartidos y por el apoyo, confianza y tiempo en la elaboración del documento.

DR. Leobardo Bañuelos Herrera: Por su apoyo y asesoría en la realización de esta investigación y por los conocimientos que me brindo en las aulas, gracias

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez: Por su apoyo y dedicación en la culminación de esta investigación, y por ser parte del jurado de este trabajo.

DR. Emilio Rascón Alvarado: Por su apoyo y tiempo brindado en la realización de este trabajo de investigación.

A mis **maestros**, que me brindaron clases durante toda la carrera, gracias por compartir sus conocimientos e impulsarnos a seguir adelante.

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:** De la generación CX de la carrera de Ing. Agrónomo en Horticultura, en especial, a Verónica, Yanís, Clara Isela, Elena, Roberto, Emilio, Luis, Heriberto, gracias por brindarme su amistad, por compartir momentos lindos y malos de estudiantes, por todas aquellas aventuras que compartimos juntos en esta linda institución. Les deseo lo mejor y mucho éxito.

A todas aquellas personas que me brindaron su confianza y amistad durante mi estancia en dicha institución.

## DEDICATORIAS

### A DIOS:

Por haberme concedido la vida y permitirme culminar con mi carrera profesional, por darme la gran familia que tengo, por darme paciencia y valor para afrontar las adversidades en la vida y por la gran dicha de ser madre por darme el mejor regalo del mundo.

Te doy gracias dios por dejarme vivir y guiarme por el buen camino de la vida.

Dedico el presente trabajo con todo mi amor, respeto y admiración

### A MIS PADRES:

Quienes me procrearon y me enseñaron a afrontar las adversidades que tiene la vida, por sus desvelos y profunda preocupación durante mis estudios y que con su apoyo y sacrificio hicieron posible mi profesión.

**Blanca Estela Anacleto Hernández:** gracias por darme la vida y la familia que tengo, por tus consejos y confianza que siempre me has brindado, por impulsarme a seguir siempre adelante, por el gran esfuerzo y sacrificio que has hecho con tal de que tus hijos siempre salgamos adelante, gracias por estar a mi lado cuando más te he necesitado, por cuidarme y protegerme siempre, por el apoyo que siempre me has dado y que a pesar de todo siempre estás conmigo y nunca me has dejado sola en los momentos difíciles, eres un ejemplo a seguir y estoy muy orgullosa de ti y muy agradecida con dios por darme una gran mamá y gracias por ser mi mejor amiga TE AMO mami.

**Antonio Ortiz Ponce:** gracias por los consejos que me das y el apoyo incondicional que siempre me has brindado para seguir adelante y ser una persona de bien, gracias por todo tu esfuerzo y sacrificio, que haces día a día para que tu familia siempre esté bien y brindarles lo mejor, por ser un ejemplo y enseñarnos los caminos de la vida, por estar siempre pendiente de nosotros, gracias por tu confianza que me brindas, siempre estaré orgullosa de ti TE AMO.

### A MIS HERMANOS:

Alma Delia

Marco Antonio

Cesar Iván

Rocio Esmeralda

Gracias por ser los mejores hermanos, confidentes, cómplices y mis mejores amigos, por compartir los mejores momentos y aventuras de mi vida con ustedes, gracias por el gran apoyo, y que siempre estemos tan unidos, les

deseó todo lo mejor y valoremos todo lo que hacen nuestros padres para que nos superemos, los quiero mucho.

**A MI ESPOSO Jorge Alberto Pliego Mozo:** Por ser la persona más linda que he conocido, por los lindos eh inolvidables momentos que hemos compartido juntos, por el amor, respeto, y confianza que me brindas día a día, por tu apoyo incondicional y moral, por estar a mi lado en las buenas y en las malas siempre que te he necesito para escucharme y comprenderme, para motivarme con esos consejos que me das para que siempre le eche muchas ganas en todo lo que me proponga y sobre todo amor por ser el gran amigo y esposo, por darme una hija tan hermosa, gracias por ser parte de mi vida, TE AMO.

**A MI PEQUEÑA:** Mairany Brigitte Pliego Ortiz: Gracias por existir en mi vida eres mi principal motivo de todos mis esfuerzos y deseo de superación, eres lo mejor que tengo y que me ha pasado, te amo y adoro con todo mi corazón mi princesa.

#### **A MIS ABUELOS:**

+ Salvador Ortiz Piedras

Concepción Anacleto Gómez

Julia Ponce Cabañas

Reyna Hernández Villanueva

Por su apoyo y sus sabios consejos que me brindan y por darme unos padres maravillosos que dios los bendiga siempre.

**A MIS TIOS:** Florencio Ortiz, Hernestina Anacleto, Maximina Ortiz, Rosalinda Anacleto, Deisy Anacleto, Antonio Anacleto, Lauro Anacleto y Mariela Escobar: Por su apoyo y consejos, en el transcurso de mi carrera profesional y por los buenos momentos que hemos compartido.

**A MIS SUEGROS,** Pablo Pliego y Lucrecia Mozo: por aceptarme como una integrante mas en su familia, por su confianza y apoyo que me han brindado, y por los cuidadosos que le han dado ami hija gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Origen e historia.....	4
Descripción botánica.....	4
Germinación.....	6
Requerimientos climáticos y edáficos.....	8
Temperatura y luz.....	8
Sustrato.....	9
Perlita.....	10
Peat moss.....	11
Vermiculita.....	11
Riego.....	12
Producción de la plántula.....	12
Producción en maceta.....	14
Transplante.....	15
Medio del cultivo.....	16
Cultivo en invernadero.....	16
Reguladores de crecimiento.....	17
Giberelinas.....	19
Auxinas .....	24
Citocininas .....	26
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	28
Localización del experimento.....	28
Material experimental.....	28
Descripción de los tratamientos.....	29

	<b>Pág.</b>
Diseño experimental.....	30
Modelo estadístico.....	30
Preparación del sustrato.....	31
Transplante.....	31
Aplicación de AG <sub>3</sub> .....	31
Tutoreo.....	32
Método de riego .....	32
Método de evaluación por etapa .....	32
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>35</b>
Número de hojas por plántula.....	37
Altura de plántula.....	39
Diámetro de tallo de plántula.....	41
Altura de planta.....	44
Diámetro de tallo de planta .....	45
Número de botones por planta.....	47
Diámetro de flor.....	48
Diámetro de planta.....	50
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>VI. LITERATURA CONSULTADA.....</b>	<b>55</b>
APÉNDICE.....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 2.1</b>	Características del ambiente de un contenedor con relación al cultivo en el suelo .....	15
<b>Cuadro 3.1</b>	Descripción de los tratamientos.....	29
<b>Cuadro 4.1</b>	Cuadros medios y niveles de significancia para las variables evaluadas en el proceso de producción de plántulas de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	36
<b>Cuadro 4.2</b>	Comparación de medias de las variables evaluadas durante la producción de plántulas con AG <sub>3</sub> en caléndula...	36
<b>Cuadro 4.3</b>	Cuadros medios y niveles de significancia para las variables evaluadas, en el proceso de crecimiento vegetativo de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	43
<b>Cuadro 4.4</b>	Comparación de medias de las variables evaluadas durante el crecimiento vegetativo con AG <sub>3</sub> en caléndula....	43
<b>Cuadro A.1</b>	Concentración de datos del proceso de producción de plántulas .....	61
<b>Cuadro A.2</b>	Concentración de datos del proceso de crecimiento vegetativo del las plantas de caléndula.....	61
<b>Cuadro A.3</b>	Análisis de varianza para la variable número de hojas por plántula.....	62
<b>Cuadro A.4</b>	Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	62
<b>Cuadro A.5</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro de plántula.....	62
<b>Cuadro A.6</b>	Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	63
<b>Cuadro A.7</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.....	63
<b>Cuadro A.8</b>	Análisis de varianza para la variable número de botones florales por planta.....	63
<b>Cuadro A.9</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro de flor.....	64
<b>Cuadro A.10</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro de planta....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Fig. 4.1</b>	
Comparación de medias para la variable número de hojas de las plántulas con relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	37
<b>Fig. 4.2</b>	
Comparación de medias para la variable altura de plántula en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	39
<b>Fig. 4.3</b>	
Comparación de medias para la variable diámetro de tallo de la plántula en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L... ..	41
<b>Fig. 4.4</b>	
Comparación de medias para la variable altura de planta en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	44
<b>Fig. 4.5</b>	
Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	46
<b>Fig. 4.6</b>	
Comparación de medias para la variable número de botones florales por planta en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	47
<b>Fig. 4.7</b>	
Comparación de medias para la variable diámetro de flor en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	49
<b>Fig.4.8</b>	
Comparación de medias para la variable diámetro de planta en relación a los tratamientos, en la especie de <i>Caléndula officinalis</i> L.....	51

## RESUMEN

El crecimiento de la producción de flores de corte en nuestro país, obedece en parte a factores favorables para su desarrollo, tales como: clima, mano de obra y ubicación geográfica. El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, bajo condiciones de invernadero. Este consistió en el establecimiento de dos etapas: producción de plántula y crecimiento vegetativo de las plantas de *caléndula officinalis* L. En la primera etapa, se uso el sistema de camas flotantes, con una solución líquida de ácido giberélico y para la segunda etapa: se utilizaron plántulas de una altura aproximada de entre 7 a 9 centímetros, las cuales se establecieron en un sustrato compuesto por una mezcla de 1:1:1 de perlita, peat moss y tierra, se realizó el trasplante en macetas de plástico de 6". Además se realizaron cinco aplicaciones de ácido giberélico en diferentes concentraciones de 0, 10, 40 y 100 ppm. El diseño experimental fue completamente al azar para el análisis con un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno de ellos. Las variables evaluadas durante la primera fase fueron: Número de hojas por plántula, Altura de plántula y Diámetro de tallo de plántula y en la fase dos: Altura de planta, Diámetro de flor, Diámetro de tallo, Número de botones por planta y Diámetro de planta. Los resultados obtenidos en la primera fase producción de plántula, fueron altamente significativos comparándolos con el testigo (0 ppm) en donde se muestra que con la dosis a

100 ppm de ácido giberélico mejoró las características evaluadas (número de hojas de plántula, altura de plántula, diámetro de plántula). Así mismo, durante el crecimiento vegetativo de esta especie, empleando las mismas dosis de ácido giberélico, se observó un incremento visual en algunas de las variables, especialmente número de botones y diámetro de planta. Por lo tanto la aplicación de ácido giberélico, para algunas variables fue favorable, cuando se aplico una dosis de 100 ppm.

**Palabras clave:** caléndula, ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), plántulas, crecimiento vegetativo.

## I.- INTRODUCCIÓN

Las especies ornamentales han sido apreciadas por su gran diversidad de formas, fragancias y colores; dentro del aprovechamiento de estos fines se usan como plantas con flores en maceta, plantas de follaje y flor de corte. Para apreciar el valor de una planta se tiene en cuenta varios aspectos, valor alimenticio, nutrimental, medicinal y sobre todo ornamental. Entre las ornamentales existentes, se encuentra la caléndula officinalis L. es una planta anual que se cultiva en todo el mundo y sus flores pueden ser utilizadas como ornamentales y medicinales.

Existen en nuestro país condiciones climáticas propicias para obtener una buena producción; pero es afectada sin embargo por factores que reducen el rendimiento de esta especie, debido a que presenta principalmente durante el proceso de formación y producción de plántulas problemas sobre todo de bajos porcentajes de germinación y por lo tanto la formación de plántulas, también afectan otros factores durante este proceso, algunos de ellos son: heladas, granizadas, incidencias de plagas y enfermedades, esto podría ser reflejado durante su crecimiento vegetativo del cultivo.

Por lo anterior, es importante realizar trabajos que permitan establecer nuevas técnicas para su producción sobre todo de plántulas, en este caso el

empleo de diferentes concentraciones de productos hormonas o biorreguladores podrían ofrecen una magnífica oportunidad para mejorar los sistemas de producción hortícola. Por lo tanto obtener plántulas de mejor vigor y calidad para alcanzar un alto rendimiento.

Además de lo antes mencionado, en el proceso productivo de esta especie es importante determinar que practicas y metodologías podrían ayudar a mejorar esta. Sobre todo cuando se requiere tener en mayor cantidad, calidad y diversidad hasta el término del desarrollo vegetativo; más aun cuando se produce en fechas festivas y de mayor demanda. Ya que es ahí cuando el productor se ve más beneficiado.

Quizás una de las practicas que podrían ayudar es el uso de productos hormonales el AG<sub>3</sub>, bajo concentraciones adecuadas y aplicaciones en tiempo adecuado en este proceso productivo (producción de plántulas y crecimiento vegetativo) ya que este tipo de productos pueden estimular a la planta por medio de diferentes procesos como la división celular afectando en consecuencia el desarrollo normal de estas (Ramírez, 2003).

En base a lo anterior se planteo los siguientes:

## **OBJETIVOS**

Determinar las influencias del ácido giberélico en la producción de plántula de caléndula.

Determinar el efecto de las dosis de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) en la producción de plántulas de *Caléndula officinalis* L. bajo condiciones de invernadero.

Determinar la mejor dosis de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), en el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas de *Caléndula officinalis* L. crecidas bajo condiciones de invernadero.

## **HIPÓTESIS**

El uso exógeno de ácido giberélico a plántulas de caléndulas mejora sus características de calidad.

El uso exógeno de ácido giberélico en el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas de caléndula mejora sus características de calidad.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen e historia de la Caléndula

La caléndula (*Caléndula officinalis* L.) es una especie herbácea, la cual podemos encontrar en la región mediterránea, ubicando su centro de origen en Egipto. Es conocida desde la época de los antiguos griegos, y con anterioridad por los hindúes y los árabes por sus cualidades terapéuticas como una hierba medicinal. Su nombre común proviene del latín calendae, primer día del mes, officinalis indica el carácter medicinal de esta especie y es considerada como flor de muerto. En la actualidad se encuentra frecuentemente en los jardines de todo el mundo como planta ornamental.

Fuentes y Acosta (1986), comentan que por ser una planta cultivada desde la antigüedad existen numerosas variedades, las que se diferencian fundamentalmente por el tamaño, coloración y por la complejidad de la corola; desarrollando un ciclo de aproximadamente de 4 a 5 meses.

### Descripción botánica

Es una planta herbácea, aromática, glandular de anual a perenne, leñosa únicamente en la base, se usa como planta ornamental y desde hace

siglos se ha empleando como planta medicinal debido a sus cualidades terapéuticas, desprende un olor desagradable y tiene un gusto amargo. Crece en altitudes de 0 a 1000 msnm, prefiere un clima templado, resistente a sequias y heladas en verano requiere de humedad. En cuanto al suelo, crece desde los calizos o arenosos ricos en materia orgánica y con un buen drenaje (Fernández, 1996).

### **Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Calenduleae

Género: Calendula

Especie: *Calendula officinalis*

([http://www.plantasmedicinales.org/archivos/manual\\_de\\_cultivo\\_para\\_calendula\\_officinalis.pdf](http://www.plantasmedicinales.org/archivos/manual_de_cultivo_para_calendula_officinalis.pdf))

### **Raíz**

La raíz de la caléndula, es de forma fusiforme, ya que estas facilitan el transporte de nutrientes a la planta.

## **Tallo**

Son erectos, angulosos, ramificados en la parte inferior, vellosos, de 20 a 25 centímetros de altura, generalmente con hojas en el extremo superior.

## **Hoja**

Las hojas de la planta son alternas, ligeramente dentadas, lanceoladas, vellosas; de color verde oscuro.

## **Flor**

La flor es una inflorescencia en capítulos de 3 - 5 cm de ancho, de un color amarillo o anaranjado, son liguladas y muy vistosas, dependiendo de la variedad pueden ser dobles o sencillas, se cierran al anochecer y se vuelven abrir con la luz del día.

## **Fruto**

El fruto de la caléndula es un aquenio curvado, provistos casi todos en el dorso de unas alas membranosas o púas dorsales que alteran con otros cimbíformes más cortos, de forma navicular.

## **Germinación**

Fernández (1996), menciona que germinación de las semillas de caléndula, es de 2 a 4 semanas. La temperatura óptima de germinación es de

20 a 30°C y en la obscuridad es de 24 a 25°C teniendo un porcentaje de germinación del (85 a 87%).

Slaughter (1980), define a la germinación como un proceso de cambio: el cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que crece activamente, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen.

Otra definición de germinación incluye los cambios tanto físicos como fisiológicos que dan como resultado la iniciación del crecimiento y movilización de las sustancias de reserva dentro de la semilla que son utilizados por el embrión para su crecimiento y desarrollo (Reyes, 1993).

Por otra parte, la International Seed Testing Association (1996), define a la germinación de semillas como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

Hartmann y Kester (1995), consideran que para que se inicie la germinación se necesita que:

- La semilla sea viable; es decir, que tenga un embrión vivo capaz de germinar.

- No deben existir barreras fisiológicas, físicas y químicas que induzcan al letargo e inhiban la germinación.
- Debe estar expuesta a condiciones ambientales adecuadas que favorezcan la germinación.

## **REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDÁFICOS**

### **Temperatura**

Entre los factores que afectan a las plantas, la temperatura es de los más importantes. El grado de adaptación de una planta a temperaturas cambiantes varía según la especie (Ohkawa, *et al*, 1994).

Melgares (2002), cita que la sensibilidad a las temperaturas es muy importante en el periodo que va, desde la siembra a la formación del cuarto par de las hojas. Se considera que si la planta ha formado entre el quinto y sexto par de hojas, y no ha aparecido el tallo floral, es que ya se ha formado la roseta. Para evitar este problema se debe asegurar temperaturas de 23 a 25°C en la noche, hasta la formación del segundo o tercer par de hojas; a partir de ese momento, la sensibilidad de la planta a las altas temperaturas parece disminuir.

### **Luz**

La luz, la acción de esta es variable, algunas especies germinan en la luz, otras lo hacen mejor en la obscuridad.

Según Camacho (1994), cita que aunque las semillas quiescentes pueden germinar fácilmente tanto iluminadas como en oscuridad, la luz puede tener un efecto definitivo en las latentes; una exigencia de luz para inducir la germinación indica reposo.

Vidalie (1992), menciona que las plantas de caléndula, requieren de una alta luminosidad y clima soleado para su mejor crecimiento.

### **Sustratos**

Riviere (1997), menciona que los sustratos están compuestos, en general por partículas mucho mayores que la de los suelos y son materiales más ligeros y con mayor espacio de poros que estos, por lo demás, ambos están formados por componentes sólidos irregularmente fragmentos y asociados de forma muy variada.

Terán (1990), determina que los sustratos comerciales tienen mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos y aditivos como la piedra caliza, fertilizantes, nutrientes, etc.

Carmichael (1990), cita que el sustrato es un factor en el crecimiento de la planta, el manejo adecuado de sus componentes puede evitar problemas de enfermedades, causadas por un mal drenaje de agua.

Bures (1997), denomina sustrato a cualquier material sólido, ya sea natural o artificial, que colocado en un contenedor, puro o mezclado con otros, permita el desarrollo del sistema radicular y que actúe como soporte de la planta y adicionalmente, puede intervenir o no en el proceso de la nutrición vegetal.

### **Perlita**

Pérez (2003), la define como el material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000 a 1,200°C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.57 y 6 mm, con una densidad baja. Posee una baja retención de humedad de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su capacidad de intercambio catiónico es prácticamente anual (1.5 a 2.5 meq/100g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5 a 6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7 a 7.5).

Resh (1987), cita que la perlita es un material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava, constituida por perlita y cementita que se obtiene de procesos metalúrgicos. El material recién sacado se muele y se cierne, calentándolo en hornos a 14000 f, temperatura a la cual se evapora la poca agua contenida en las partículas expandiéndose estas a otras más pequeñas con aspectos de semilla esponjosa muy ligeras, con peso de 5 a 8 libras por pie cúbico. Las altas temperaturas del proceso nos dan materiales estériles. La perlita absorbe tres o cuatro veces su peso de agua, siendo esencialmente

neutra con un pH de 6 a 8, aunque sin capacidad de intercambio iónico y no contiene nutrientes minerales. El tamaño más fino es útil como medio de germinación, mientras que las partículas mayores u hortícolas son las más apropiadas para mezclar con turba a partes iguales para bancas de enraizamiento.

### **Peat moss**

Premier Pro-mix (2003), define el peat moss como un sustrato de cultivo a base de turba de sphagnum de granulación fina, especialmente concebido para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en semilleros. Las simientes de flores están confinadas en el espacio estrecho de las células y el desarrollo de un sistema radicular se encuentra limitado por la gran densidad del medio de crecimiento.

Venator y Liegel (1985), mencionan que el Peat moss o turba es un término general para muchos componentes separados y muchas otras mezclas de que se dispone comercialmente. Todas las turbas son pobres en minerales, requiriendo de fertilizantes para mantener el crecimiento de las plántulas.

### **Vermiculita**

Infoagro (2004), reporta que la vermiculita se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a 800°C. Su densidad aparente es de 90 a 140kg/m<sup>3</sup>. Presentándose en escamas de 5 a 10 mm.

Puede retener 350 mililitros de agua por metro cubico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada capacidad de intercambio cationico (80.120 meq/100g).

Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7 a 7.2).

### **Riego**

Dependerá mucho de cómo la cultivemos y donde, pero en todos los casos el riego debe ser mínimo evitando encharcamientos. Riegos regulares durante el verano hasta que dejen de florecer. Durante la floración no se debe descuidar el riego.

### **Producción de plántula**

Claridades agropecuarias (2000), cita que la producción de plántulas es una actividad importante para el posicionamiento de un cultivo, ya que permite tener beneficios inmediatos en el precio de plántulas en invernadero, con lo que se puede adelantar el ciclo del cultivo, al tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura reduciendo entre 30 y 35 días la producción de campo.

La producción de plántulas en invernadero para transplante crece y se populariza rápidamente. La tradición siembra directa está siendo sustituida por el transplante de plántulas de invernadero, que ha probado su eficiencia al

disminuir los costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas (Gómez, 1998).

Calderón (1989), señala que en la producción de plántulas en charolas germinadoras, se puede suministrar el oxígeno, agua, nutrimentos y soporte para las raíces de plantas, como lo hace el mismo suelo. Agrega que la solución nutritiva aporta agua, nutrimentos e incluso oxígeno suplementario. El objetivo de producir por transplante, es para mejorar las condiciones de crecimiento, floración y fructificación, que se puede traducir en una mayor calidad y un rendimiento más elevado del cultivo.

Cuando la producción de plántulas se lleva a cabo bajo condiciones de invernadero, con un buen manejo, el transplante se realiza a los 35 - 40 días después de la siembra. A esta edad las plantas tienen una altura aproximada de 15 - 18 cm, con un buen vigor, que permiten extraerlas de las charolas con todo y cepellón, y sin alcanzar ningún daño a las raíces, lo cual se refleja en el casi total prendimiento en el campo. Además del transplante con cepellón, el choque sufrido por las plántulas siempre será inferior al de las plantas que se llevan a bancada a raíz desnuda, puesto que éstas no sufren ninguna variación en su medio (Resh, 1997).

Para seguir aumentando los niveles de producción es necesario producir plántulas que resistan a riesgos de manejo, que sobrevivan al estrés

del movimiento de ambientes protegidos hacia ambientes de campo, que queden establecidas y reinicien el crecimiento activo inmediatamente después del transplante, y produzcan rendimientos aceptables sin reducciones ni retrasos competitivos con métodos alternativos de establecimiento (Latimer y Beverly, 1993).

Moreno (1996), establece que las plántulas normales son aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, en suelo de buena calidad bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

### **Producción en maceta**

Cabrera (1999), menciona que gran parte del éxito en la producción de plantas en maceta requiere una comprensión del ambiente único encontrado en la maceta y como este es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados, así, también de una adecuada fertilización.

Cabrera (1999), menciona que el comportamiento de un sustrato en contenedor y conociendo las propiedades físicas y químicas de los materiales disponibles para elaborar sustratos, se podrán elaborar las mezclas adecuados para cada cultivo en maceta.

Una planta que crece en contenedor enfrenta condiciones diferentes a las que enfrenta una que crece en el suelo.

Cuadro 2.1 Características del ambiente de un contenedor con relación al cultivo en el suelo.

Factor	Cultivo en maceta (sustrato en contenedor)	Suelo (cultivo en suelo)
Retención de humedad	De capacidad de contenedor a marchitamiento en 1 a 3 días.	De capacidad de campo a marchitamiento en 1 a 3 semanas
Aireación	De baja a alta en un día	De adecuada a alta la mayoría del tiempo.
Nutrición	De alta a baja en una semana.	De alta a baja a lo largo de la temporada.
PH	Cambio de 1 a 2 unidades en una a 3 semanas.	Relativamente constante a lo largo de la temporada.
Salinidad	Problemas crónicos en a 4 semanas.	De baja a alta a lo largo de la temporada.
Temperatura	Cambio de 10 a 30 °C en un día.	Relativamente constante a lo largo de la temporada.

## Transplante

La tecnología para producir transplantes de hortalizas y flores en el invernadero no es nueva, pero en los últimos años ha avanzado mucho en popularidad. A pesar de que el costo inicial puede ser algo alto, en equipo y suministro para el invernadero, los horticultores se han dado cuenta que es un gran sistema para reducir costos totales y aumentar las ganancias (Batiz, 1994).

Sakata (2002), menciona que el trasplante debe realizarse cuando las plántulas tienen entre 3 y 4 hojas verdaderas. Es importante trasplantar las plántulas con un sistema de raíz activo, para evitar problemas de producción del tallo, se recomienda un espaciamiento entre una planta de 10 - 15 x 15.

Muchos productores han cambiado la siembra directa por el transplante por que dan poblaciones más homogéneas, cosechas más tempranas y maduración uniforme de las plantas, para esto hay que seleccionar la semilla adecuada, el medio de crecimiento y calidad de agua (Hassell, 1994).

### **Medio del cultivo**

Verdegue (1999), cita que en el cultivo de caléndula puede ser cultivado con éxitos en una gran diversidad de suelos ligeramente pesados fértiles, bien drenados y provistos de calcio. El pH, para el mejor desarrollo del cultivo, debe estar entre 6,5 y 7,5.

### **Cultivo en invernadero.**

Serrano (1980), cita que un invernadero es una estructura abrigada artificialmente con materiales transparentes, para defender las plantas de la acción de la naturaleza. El volumen interior del invernadero crea condiciones ideales y permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo.

## **Reguladores de crecimiento**

Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos endógenos, que son transportados del lugar donde son producidos al lugar donde ejercen su acción. El objetivo principal de estos compuestos es estimular o inhibir los procesos fisiológicos (Overbeek, 1954).

Define a los reguladores como compuestos orgánicos diferentes a los nutrientes, ya que estas pequeñas dosis fomentan, inhiben o modifican de alguna forma u otra, cualquier proceso fisiológico de los vegetales (Weaver, 1982).

Hernández (1998), cita que el regulador es un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo, que actúa en muy pequeñas concentraciones para activar o deprimir algún proceso del desarrollo. Pueden ser naturales si los produce la propia planta, o sintético.

Los grupos más relacionados con la regularización de la floración y/o maduración son las giberelinas, inhibidores y etileno.

El término regulador debe utilizarse en lugar de hormonas al referirse a productos químicos agrícolas que se utilizan para controlar el crecimiento de los cultivos.

Bidwell (1996), menciona que durante muchos años se tuvo la creencia que las hormonas de crecimiento determinaban directamente los procesos del desarrollo y que estas actuaban sobre la emisión de raíces, flores, hojas, etc.

Weaver (1990), cita el término hormona empleado correctamente que se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas, sin embargo, el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, si no que puede incluir también hormonas naturales.

Al igual que ocurre en el reino animal, los organismos del Reino vegetal poseen hormonas, que regulan todos los procesos fisiológicos y bioquímicos. Este término abarca tanto a los reguladores naturales como a los sintéticos y se han clasificado en cinco grupos que son: Giberelinas, auxinas, citocininas, inhibidores y etileno.

Es bastante claro que las hormonas actúan directamente sobre la información genética de la célula, y de alguna manera regulan la síntesis de determinadas enzimas para llevar a cabo los diversos procesos metabólicos.

Yáñez (2002), cita que los biorreguladores auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscisico y etileno son sustancias que tienen funciones decisivas en diferentes procesos o etapas de las plantas. El medio ambiente juega también un papel muy importante ya que puede modificar el desarrollo de las mismas (Weaver, 1996). Normalmente sus efectos están regulados por los

mecanismos internos que tienen las plantas. Estas hormonas son sintetizadas en muy bajas concentraciones en los cloroplastos y se translocan a otras regiones de la planta en donde modifican su crecimiento y desarrollo.

Camacho (1994), menciona que la dosificación de tratamientos hormonales se realiza en partes por millón (ppm) y la concentración depende de la especie, el estado de las cubiertas, el método de aplicación, la duración del tratamiento, la temperatura y la mezcla de hormonas. El momento culminante es cuando la hormona penetra en el embrión: en ocasiones es necesario eliminar el pericarpio, dañar la testa e incluso hasta el endospermo, pues de otra forma se requeriría de una dosis muy alta y el tratamiento podría no tener ningún efecto.

### **Giberelinas**

Las giberelinas no son la hormona clásica de la floración. Además la naturaleza de la floración inducida por las giberelinas es no típica, por ejemplo, en las plantas de día largo las giberelinas invariablemente inducen la elongación de los tallos primero y luego de floración. Las concentraciones requeridas para hacerlo normalmente son relativamente altas (RAPPAPORT, 1978).

Las giberelinas han sido detectadas en gran variedad de partes vegetales, por lo que parecen estar sintetizadas en muchas partes de las plantas, pero más específicamente en áreas de crecimiento activo, como

embriones o tejidos en desarrollo o meristemáticos. Ciertos experimentos indican la cantidad de GA presente en la planta es mucho mayor en la proximidad del ápice, más que por cualquier otra estructura (hojas jóvenes, embriones, etc.).

Weaver (1996), cita que las giberelinas son una familia de compuestos terpenoides los cuales regulan muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, se incluye la germinación de la semilla, elongación del tallo y peciolo, expansión foliar, floración, crecimiento de semillas y fruto.

Hurtado (1988), menciona que las giberelinas son transportadas rápidamente dentro de la planta, este transporte parece no ser direccional, pues se mueve con la misma facilidad tanto acropetalamente como basipetalamente. Esta traslocación es llevada a cabo tanto en floema como xilema, puesto que se han encontrado giberelinas trasladándose a una velocidad de 50 mm/hora en la savia floemática y xilemática.

Las giberelinas actúan también sobre la floración induciendo partenocarpia y buen desarrollo del fruto. También tiene el efecto sobre la sexualidad aumentando el porcentaje de flores masculinas. Su uso afecta la germinación al inicio del desarrollo y la formación del fruto (Rojas, 1987).

Según Hedden (1999), menciona que de las 121 giberelinas que han sido identificadas en plantas y hongos, relativamente pocas son consideradas

que poseen actividad biológica intrínseca. Las giberelinas bioactivas más importantes para el crecimiento vegetativo y desarrollo probablemente son AG<sub>1</sub> y AG<sub>3</sub>.

Rojas y Ramírez (1987), manifiestan que las giberelinas actúan sobre el RNA, reprimiendo genes que en algunos casos se han identificado de las auxinas, en donde la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande, o bien hay una continua síntesis de ellos.

Otro efecto típico de GA, es inducir la síntesis de amilasa en la germinación de las semillas, posibilitando que el almidón pase a glucosa para ser respirada y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión. Esta inducción se efectúa activando un precursor inactivo del RNA mensajero.

Weaver (1982), menciona que la aplicación de giberelinas incrementa el volumen de los frutos de varias especies, incluyendo la mayoría de las variedades de uva sin semilla.

Camacho (1994), señala que las sustancias más empleadas para estimular artificialmente la germinación son las giberelinas y el etileno, también se han usado compuestos sulfhídricos como la tiourea, el efecto de esta es parecido al de la citosina

## **Investigaciones realizadas en la aplicación de giberelinas**

López y Sánchez (1989); y Gómez y Romero (1989), hicieron notar la importancia de la aplicación de ácido giberélico para sustituir la presencia de luz en la germinación de *Stenocereus griseus*, que se mantuvo en la obscuridad.

Borrego y Hernández (1986). Mencionan que en las semillas de nopal el uso de ácido giberélico dio un valor mayor en la germinación. Muratalla, *et al.* (1990), evaluaron el efecto del ácido giberélico en *Opuntia amyclaea* para aumentar el porcentaje de germinación en el empleo de estas sustancias como estimulante.

Según Abou (1987), en otra investigación menciona que el ácido giberélico sobre el crecimiento vegetativo y de floración de *Capsicum frutescens* L. las plantas fueron rociadas con GA<sub>3</sub>, y en cualquiera de estas concentraciones de 250, 500 o 100 ppm, tres veces durante las primeras etapas de crecimiento. El tratamiento con GA<sub>3</sub> aumentó la altura y el diámetro de la planta, mientras que aceleró la floración y la disminución del número de inflorescencia.

García *et al.* (1986), cita que el ácido giberélico aplicado foliarmente inhibió fuertemente la floración y brotación de yemas desde varios meses antes del invierno hasta cuando se dio la brotación natural de "Mandarina Satsuma", coincidiendo con el tiempo durante el cual también la floración fue inhibida

durante la presencia de frutos, concluyendo que la sensibilidad de las yemas al efecto del AG<sub>3</sub> incrementó el número de brotes vegetativos en la relación testigo.

Yahía (1992), reporta que el ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) se utiliza en la naranja al final del período de la cosecha para retrasar el envejecimiento y ablandamiento de la fruta.

Pelcastre (1998), cita que la aplicación de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) con dosis de 16, 28 y 40 ppm no causaron efectos contradictorios en el follaje de los arboles, ni mucho menos en la calidad interna y externa del fruto. El AG<sub>3</sub> fue el mejor regulador vegetal, que aplicado a un 75% de su desarrollo normal de la naranja "valencia tardía", logro retrasar la coloración de la cutícula de la fruta por un período de 46 días al momento de la cosecha. Con el retraso se logro tener menos pérdidas en la cosecha, evitando caída y ataque de la mosca de la fruta, por lo que la dosis de 28 ppm, seguida de 40 ppm fueron las mejores comparadas con el testigo.

Celestino (1998), comenta que el producto conocido comercialmente como ProGib al 4%, afecta favorablemente la firmeza de la piel, y presenta menos la madurez de los frutos. Así como también, para los Grados Brix, Vitamina "C", Acidez o pH, el producto no los afecta, pudiéndose comer la fruta, ya sea fresca o industrializada.

Curti (1997), menciona que se ha evaluado en fechas de aplicación del AG<sub>3</sub> a 25 ppm (1<sup>ero</sup> de diciembre, 2 de enero, 3 de enero y 1<sup>ero</sup> de marzo) para inhibir la floración de invierno. Los resultados indican que el AG<sub>3</sub> aplicado el primero de diciembre retraso la floración de invierno de 16 a 18 días, presentando un 23.5% menos de yemas brotadas, siendo la mejor fecha de aplicación en el cual redujo la formación de flores en un 72.5% en relación al testigo, el grado de inhibición de la época de aplicación; sin embargo no indica en la formación de frutos.

La aplicación de sal potásica de AG<sub>3</sub> a las plantas adultas de naranjo “Valencia” durante la primavera, después de la época de floración más intensa, dio un incremento en el número de frutos por arboles, pero produjo un aumento en la caída de hojas y en el tamaño de las espinas, por lo que la retención de los frutos fue mayor cuando se usaron dosis altas, siendo la acidez y grosor del pericarpio de los frutos de las plantas tratadas mayor que en los testigos (Coggsins et al., citado por Morín, 1980)

## **Auxinas**

Han usado como sinónimo de ácido indolacético (IAA) que es la principal auxina natural, se sintetiza principalmente en el ápice del tallo, ramas, yemas y hojas jóvenes y en general en los meristemas. Es transportado como IAA-inositol principalmente de manera basipetalo por el floema con los productos

fotosintetizados de transporte acropetalo cuando es sintetizado en los ápices de la raíz. Ya que su acción fundamental se lleva a cabo removiendo la capa de histonas que envuelven a la cadena de DNA y descubre mensajes que sin su acción quedaría reprimidos, su principal efecto auxínico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración del producto además se dice que promueve una desdiferenciación celular remotando a las células a una fisiología de meristemo, Rojas y Ramírez (1993).

Sus acciones son dominancias apical, aumentar el crecimiento de los tallos, promover la división celular, estimula la formación de raíces adventicias, estimular el desarrollo de frutos (partenocarpicos en ocasiones), fototropismo, promover la división celular, promover la floración en algunas especies, promover la síntesis de etileno (influyen en los procesos de maduración de los frutos), favorece el cuaje y la maduración de los frutos, inhibe la abscisión o caída de los frutos.

([http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)).

Salisbury y Ross (1994), citaron que en muchas especies las auxinas inhiben la floración. En plantas de día corto, la inhibición ocurre antes de que se complete la transferencia del florigen desde la hoja, luego de lo cual quizá haya efectos de promoción marginales. También se han observado efectos de promoción en plantas de día largo mantenidas en días muy cortos para la inducción. Las concentraciones de auxinas necesarias para inhibir la floración,

por lo general producen epinastias graves y otras respuestas, y los niveles de auxinas medidos pocas veces se correlacionan con la floración de manera significativa, es probable que no la controlen, al menos no en todas las especies. Así, en un trabajo realizado por Badgujar y Warhal (1988) con semillas de cilantro, a dosis de 10 ppm de IAA, 20 ppm de NAA o 50 ppm de AG reportaron incrementos en el porcentaje de germinación y la producción de hojas.

### **Citocininas**

Las citocininas son compuestos con estructuras parecidas a la adenina, los cuales promueven la división celular y otras funciones. La kinetina fue la primera citocinina descubierta y se llamó así por su habilidad para promover la citocinesis. Las concentraciones de las citocininas son más altas en las regiones meristemáticas y áreas de continuo crecimiento potencial, tales como raíces, hojas jóvenes, frutos en desarrollo y semillas. Se cree que son sintetizadas en las raíces y trasladadas vía el xilema al vástago. La respuesta a las citocininas varía dependiendo del tipo de citocininas y de la especie vegetal. Entre sus efectos fisiológicos están los siguientes: estimula la división celular, estimula la morfogénesis en cultivo de tejidos, estimula el crecimiento de las yemas laterales, estimula la expansión foliar como resultado del alargamiento de células, puede mejorar la apertura estomática en algunas especies y promueve la conversión de etioplastos o cloroplastos vía la estimulación de la síntesis de clorofila (Salisbury y Ross, 1994).

Esta se sintetiza principalmente en la raíz y su presencia en las yemas del tallo. Su acción fundamental, se ha demostrado en un cultivo de tejidos que cuando se dan citocininas marcadas estas aparecen en la cadena de DNA y a la que se incorporan cuando por llevar adenina dominancia apical, activa el transporte de nutrientes Rojas y Ramírez (1993).

Sus acciones son: estimulan la división celular y el crecimiento, inhiben el desarrollo de raíces laterales, rompen la latencia de las yemas axilares, promueven la organogénesis en los callos celulares, retrasan la senescencia ó envejecimiento de los órganos vegetales, promueve la expansión celular en cotiledones y hojas, promueven el desarrollo de los cloroplastos. (<http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonasvegetalesyreguladores.htm>).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **Localización del área de estudio**

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero, que se encuentra dentro de las instalaciones del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que se ubica al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, comprendido entre las coordenada  $100^{\circ}59'57''$  de longitud oeste y de  $25^{\circ}25'41''$  latitud norte del meridiano Greenwich, y está situado a una altura de 1782 msnm. Las condiciones climáticas que se tienen en esta región son precipitaciones anuales entre los 300 mm a 460 mm, con una temperatura media anual de  $20^{\circ}\text{C}$ , definiéndose así como clima extremo (Google Earth, 2008).

#### **Material experimental**

Se utilizó una cama del invernadero No. 1 del Departamento de Horticultura y se dividió en 4 fracciones y se utilizó plástico negro, clavos, taladro, cinta métrica, lápiz y alambre.

Se sembraron 800 semillas de *Caléndula officinalis* L. en charolas de nieve seca de 200 cavidades. Para realizar el sustrato se utilizó: perlita, peat

moss y vermiculita en una proporción de 1:1:1 Las charolas se colocaron en una cama bajo un sistema de flotación.

Se utilizó una balanza electrónica digital OHAUS modelo Scout, para pesar el ácido giberélico en diferentes proporciones. Para hacer la mezcla requerimos de: alcohol, agua, una bureta, un vaso de precipitado de 100 ml. y un bote de 20 Litros.

### **Descripción de los tratamientos**

Se emplearon cuatro tratamientos, incluyendo el testigo, estuvo representada con 3 repeticiones con 10 macetas y 2 plantas en cada una de ellas. En cuanto a la aplicación de ácido giberélico se realizó en 4 dosis diferentes (testigo 0 ppm, 10 ppm, 40 ppm, 100 ppm).

Cuadro 3.1 Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Producto	Dosis ppm o mg/L
1	AG <sub>3</sub>	0 ppm
2	AG <sub>3</sub>	10 ppm
3	AG <sub>3</sub>	40 ppm
4	AG <sub>3</sub>	100 ppm

## Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con un total de 4 tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

## Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

### Donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento  $i$  = ésimo

$E_{ij}$  = Error experimental

$i = 1, 2, 3, 4$  (tratamientos)

$j = 1, 2, 3$  (repeticiones)

El análisis de varianza se realizó con ayuda del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System), versión 8.1, 1993. De igual manera para cada una de las variables se realizaron las pruebas de comparación de medias correspondientes, Tukey ( $p = 0.05$ ).

### **Preparación del sustrato**

La preparación del sustrato, para el crecimiento de plantas se hizo de la siguiente manera, se mezclaron en una proporción de 1:1:1, perlita, peat moss y tierra, y las plántulas se crecieron en macetas de plástico de 6" de diámetro.

### **Transplante**

El trasplante se realizó en el mes de noviembre del 2009, se transplantaron 240 plántulas, dos plántulas por maceta (cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno de ellos). Las plántulas que se transplantaron tenían de 4 a 6 hojas verdaderas, con un sistema radicular activo.

### **Aplicación de AG<sub>3</sub>**

La aplicación de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) se inicio a los 6 días después del trasplante se aplicó cuatro dosis diferentes: D1= testigo (0g.), D2= 10 ppm (0.15g de ácido giberélico disuelto en 50 ml de alcohol para 15 litros de agua , suficiente para regar 60 plantas) D3= fue de 40 ppm (0.6g de ácido giberélico disuelto en 50 ml de alcohol para 15 litros de agua , para 60 plantas) y la D4=100 ppm ( 1.5g de ácido giberélico disuelto en 50 ml de alcohol para 15 litros de agua , para 60 plantas). La aplicación se realizó directamente a las plantas cada 15 días, fueron en total 5 aplicaciones, las que se hicieron el 14 de noviembre, 29 de noviembre, 12 de diciembre, 26 de diciembre y 9 de enero.

## **Tutoreo**

Esta práctica se realizó con la finalidad de conducir de forma vertical a los tallos, ya que son delgados y frágiles y el mismo follaje puede llegar a doblarlos.

## **Método del riego**

El sistema de riego utilizado fue manual. Después del transplante, se dieron riegos de fresqueos, para reducir la transpiración y evitar la deshidratación de las plantas, posteriormente se realizaron riegos cada tercer día, y a veces cada vez que la planta lo necesitaba.

## **Métodos de evaluación por etapas**

### **Etapas de producción de plántulas**

Variables evaluadas

#### **➤ Número de hojas por plántula**

Se contó el número de hojas verdaderas de cada plántula, de las semillas que emergieron.

#### **➤ Altura de plántula**

Esta variable se midió desde el origen del tallo hasta el crecimiento de la primera hoja verdadera. Esta se evaluó al momento del transplante, se expresó en centímetros.

➤ **Diámetro de tallo de plántula**

Se midió con un vernier digital. La medición se hizo colocando el vernier en la parte basal del tallo de la plántula para tomar la medida, expresada en milímetros, este dato se tomó al momento del proceso de transplante.

**Etapa dos: crecimiento vegetativo**

Variables evaluadas

➤ **Altura de planta**

Se midió con una regla de 30 centímetros desde la base (ras del suelo) hasta el inicio de la flor de cada planta, reportándose en centímetros.

➤ **Número de botones florales por planta**

Los botones se contaron de manera individual, esta se realizó en flores abiertas y botones a punto de abrir o que se encontraran bien definidos de cada repetición y cada tratamiento.

➤ **Diámetro de tallo de planta**

Se midieron todas las plantas, de cada tratamiento, se midió n con un vernier digital en la base de cada tallo, a una altura de dos centímetros a ras del sustrato, reportando en milímetros.

➤ **Diámetro de flor**

Los datos de esta variable se midió cuando los botones florales estuvieran totalmente abiertos. Se tomo la punta de un pétalo hasta la parte terminal del pétalo contrario. Se tomo la flor que mejor abrió. Expresado en centímetros.

➤ **Diámetro de planta**

La planta se midió de forma transversal, con una regla y se expreso en centímetros.

## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados muestran que durante la producción de plántulas (etapa 1) y en el mismo proceso de crecimiento vegetativo (etapa 2) ocurren diversos eventos, que afectaron principalmente la generación de menor número de flores y otras más. La influencia que las giberelinas ejercen sobre la producción de plántula y crecimiento vegetativo, resulta prometedor, como se muestra a continuación. Para un mejor entendimiento, los resultados son descritos y discutidos por separado, para cada variable.

### **Producción de plántula (Etapa 1)**

La producción de plántula de calidad bajo invernadero, resulta ser una eficaz forma para minimizar los problemas que causan los factores adversos del medio ambiente. La utilización de algunos métodos son necesarios para aplicar principios tecnológicos y específicos, requeridos en el manejo convencional, incluso se puede hacer uso de algunos productos que pueden causar algún tipo de efecto positivo durante este proceso. Lo que permite tener importantes beneficios, probablemente, un adelanto en el ciclo del cultivo de esta especie, por tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura, reduciendo

entre 30 y 35 días de producción a campo abierto (Claridades Agropecuarias, 2000). Por lo tanto a continuación se muestra la respuesta por variable evaluada en el proceso productivo de plántula.

Cuadro 4.1 Cuadros medios y niveles de significancias para las variables evaluadas durante el proceso de producción de plántulas de *caléndula officinalis* L.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Número de hojas por plántula</b>	<b>Altura de plántula</b>	<b>Diámetro de tallo de plántula</b>
TRATAMIENTO	3	1.683**	12.636**	0.014*
ERROR	6	0.083	0.602	0.004
CV (%)		5.333	11.409	4.581

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, <sup>NS</sup> = No significativo

Cuadro 4.2 Comparación de medias de las variables evaluadas durante la producción de plántulas con AG<sub>3</sub> en *caléndula officinalis* L.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hojas por plántula</b>	<b>Altura de plántula</b>	<b>Diámetro de tallo de plántula</b>
Testigo (0 ppm)	4.000 B	3.9200 D	1.35333 B
10 ppm	5.6667 A	5.4867 C	1.43333 AB
40 ppm	6.0000 A	7.9500 B	1.52667 A
100 ppm	6.0000 A	9.8467 A	1.54333 A

Los valores con las mismas letras, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p= 0.05$ )

## Número de hojas por plántula

El número de hojas por plántula, se correlaciona con el crecimiento de la misma, es decir existe un incremento en la biomasa de la planta, la diferencia del número de hojas es muy importante, sobre todo para la capacidad fotosintética de esta, que permite un mejor crecimiento de esta en la maceta, lo que se ve reflejado en la altura optima para el transplante en otro medio (sustrato, maceta, etc.).

De acuerdo a los valores obtenidos en el análisis de varianza de la variable número de hojas por plántula, se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.1).

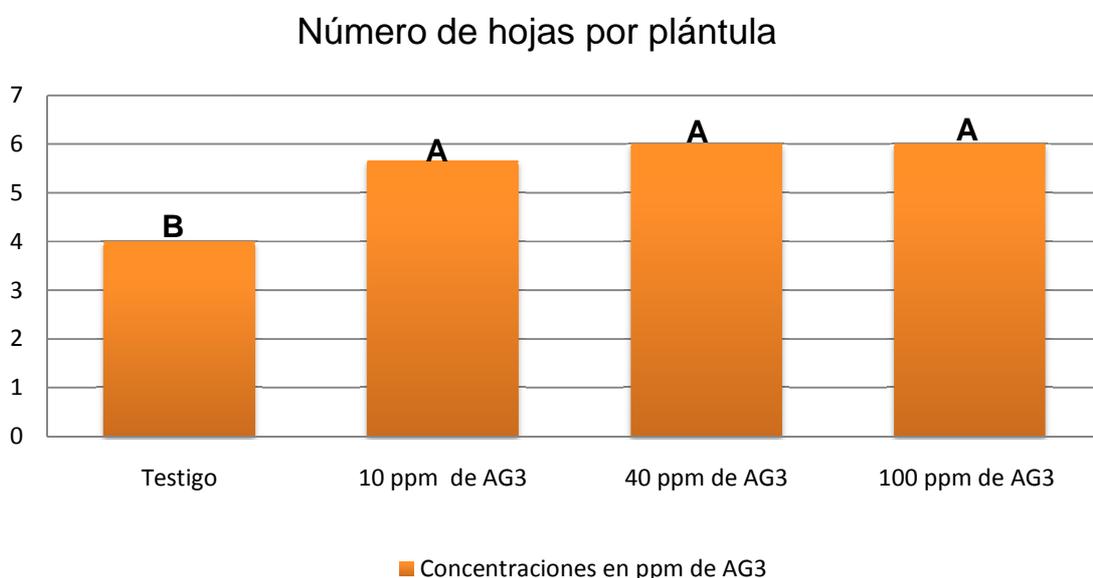


Figura 4.1 Comparación de medias para la variable número de hojas de las plántulas con relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L

Todos los tratamientos con AG<sub>3</sub>, superan al testigo en promedio, en un 47.5%, que equivale casi a dos hojas por plántula.

El resultado en la comparación de medias (prueba de Tukey  $p = 0.05$ ) se observa a los tratamientos tratados con las dosis de 40 ppm (T3) y de 100 ppm de ácido giberélico (T4), fueron estadísticamente iguales con el mismo nivel de significancia y al compararlos con los demás de los tratamientos resulta que el número dos a 10 ppm de AG<sub>3</sub> alcanzó un valor de 5.66 hojas, con respecto al testigo (0 ppm de AG<sub>3</sub>) obtuvo un total de cuatro hojas, este valor se considera aceptable, es decir que a mayor cantidad de ácido giberélico aplicado, se tienen plántulas de mayor crecimiento. Posiblemente estas sustancias empleadas, estimulan el proceso de formación de hojas en esta especie. Esto coincide por lo mencionado por Bidwell (1996), haciendo referencia a que durante muchos años se tuvo la creencia que las hormonas de crecimiento determinaban directamente los procesos del desarrollo y que estas actúan sobre la emisión de raíces, flores, hojas, etc., en este caso probablemente esto sucedió. Pues se observa esta tendencia en la figura 4.1 de los tratamientos con AG<sub>3</sub> con respecto al testigo (0 ppm de AG<sub>3</sub>).

Este incremento en el número de hojas, propicia una condición favorable, ya que a mayor número de hojas, se tiene mayor área fotosintética, que propicia mayor producción de fotoasimilados, que genera un mayor crecimiento y en consecuencia una mejor respuesta por parte de las plántulas al transplante, crecimiento y producción de flores.

## Altura de plántula

Es importante que las plántulas que se generen por los diferentes métodos tengan una cierta altura, ya que en algunos casos cuando estas, alcanzan alturas demasiado grandes pueden o no impactar al producir durante el crecimiento una mayor calidad, esto podría reducir el tiempo de producción de plantas en general, y ayudaría de manera contundente a obtener mayores ingresos percibidos a el productor, en conveniencia el cliente será beneficiado de igual manera porque siempre busca características como esta en el producto final, mismo que es variable de acuerdo a la influencia e incidencia de los distintos factores que la afectan.

El análisis de varianza en altura de plántula, indica que la diferencia estadística fue altamente significativa entre los diferentes tratamientos (Cuadro 4.1).

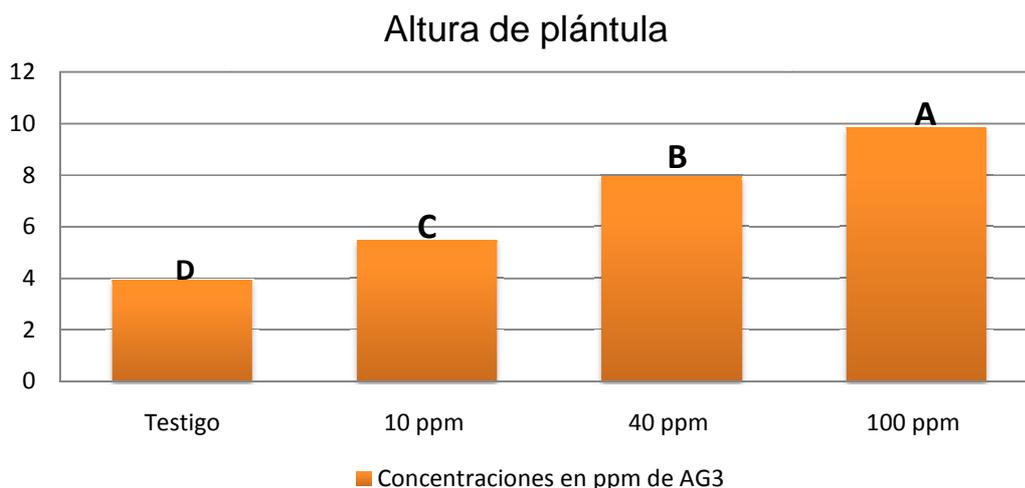


Figura 4.2 Comparación de medias para la variable altura de plántula en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

En esta variable se observa que todos los tratamientos con ácido giberélico, superaron al testigo en promedio, en un 97.43%. La figura 4.2 muestra la prueba de medias, en la cual existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos empleados de ácido giberélico con respecto a la altura alcanzada de plántulas, sobresaliendo el tratamiento cuatro a 100 ppm de AG<sub>3</sub> con 9.84 cm siendo esta la mejor, le sigue el tratamiento número tres con 40 ppm de AG<sub>3</sub> alcanzó un crecimiento de 7.95 cm, posteriormente el tratado con 10 ppm de AG<sub>3</sub> (5.48 cm), el testigo con (0 ppm de AG<sub>3</sub>) fue el valor más bajo mostrando una altura de 3.92 cm en promedio. Entre ellos se observa una tendencia de incremento conforme al aumento en concentraciones de cada una de sus dosis de ácido giberélico, esto se confirmó de manera visual durante el desarrollo de las plantas pues tuvo un crecimiento más rápido y mayor altura. Weaver (1996), considera que con la aplicación de ácido giberélico a diferentes cultivos puede modificar sus mecanismos internos en las plantas y por lo tanto probablemente en esta especie modifican su crecimiento y desarrollo durante el proceso de formación de plántula.

Este aumento en la altura de plántulas, en invernadero con las dosis utilizadas de ácido giberélico es favorable, ya que esta es una actividad vital para el posicionamiento de un cultivo que permite tener beneficios de calidad y se puede adelantar el ciclo del cultivo, al tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura Claridades Agropecuarias (2000).

## Diámetro de tallo de plántula

La evaluación de esta característica es importante y benéfica para el cultivo, se pueden obtener plántulas con mayor diámetro de tallo, esto expresara que las plántulas tendrán mayor cantidad de reservas al momento del transplante, lo que ayudará a desarrollarse más rápido en las primeras fases de crecimiento vegetativo (Etapa 2).

Al analizar su comportamiento en la evaluación y crecimiento de esta variable, el ANVA, mostró una respuesta estadística significativa entre las dosis empleadas (Cuadro 4.1).

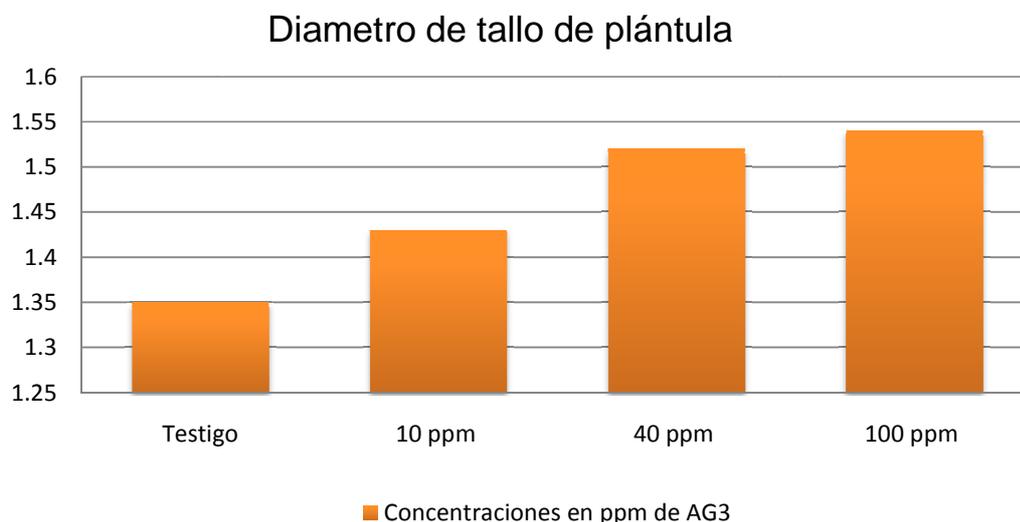


Figura 4.3. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo de plántula en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

Todos los tratamientos superan al testigo, en un porcentaje de 10.86%, lo que sería casi una diferencia de 2.8 mm de diámetro.

En la comparación de medias ( $p = 0.05$ ) mostró un resultado sobresaliente donde el tratamiento cuatro a (100 ppm de AG<sub>3</sub>) alcanzó un diámetro de tallo en plántulas de 1.54 mm, le siguió el tratamiento tres con una dosis de 40 ppm de AG<sub>3</sub> (1.5 mm), mientras que el testigo tiene el menor diámetro de (1.35 mm) de alguna manera pudo haber influenciado el manejo que se le dio durante el proceso formativo de esta, ya que al compararse con el testigo mostraron diferencias no significativas en el diámetro de tallo, pues se considera importante para manejarse durante el transplante porque le da soporte. Los resultados coinciden con Overbeek (1954), quien menciona que este tipo de productos como el ácido giberélico son compuestos orgánicos endógenos que pueden estimular o inhibir algunos de los procesos fisiológicos en las plantas, lo cual fue evidente en este proceso formativo en general.

En este incremento del diámetro de tallo de plántula, posiblemente uno de los beneficios alcanzados podría haber sido por el manejo que se le dio, o quizás una buena preparación del sustrato pues existió una mejor retención de agua, que fue aprovechada por las plántulas durante este proceso para tener mayor cantidad de reservas al realizar el transplante, viendo en consecuencia tallos con un buen vigor, lo que permiten extraer las plántulas de las charolas más fácilmente con todo y cepellón sirviendo también como protección de algún daño o maltrato en su estructura (raíces, hojas, etc.)

## Crecimiento vegetativo de *caléndula officinalis* L. (Etapa 2)

El desarrollo y crecimiento de las plantas al igual que todos los seres vivos cumplen un ciclo vital. Lo que, está constituido por varias etapas importantes durante el crecimiento de las mismas, la etapa vegetativa se caracteriza por el crecimiento de sus partes y la distinción de ellos (tallos, hojas, raíces y ramificaciones); ocasionalmente las plantas requieren de fitorreguladores para ejercer su interacción y cubrir las necesidades de ellas. En base a lo anterior se consideró la evaluación de esta segunda etapa, pues es importante observar y medir el efecto causado.

Cuadro 4.3. Cuadros medios y niveles de significancia para las variables evaluadas durante el crecimiento vegetativo de *caléndula officinalis* L.

FV	GL	Altura de Planta	Diámetro de tallo	Número de Botones	Diámetro de flor	Diámetro de planta
Tratamiento	3	94.423**	0.644 <sup>NS</sup>	0.769 <sup>NS</sup>	0.041 <sup>NS</sup>	54.952**
Error	6	4.171	0.372	1.027	0.015	3.103
CV (%)		7.135	10.136	17.331	2.161	9.589

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, <sup>NS</sup> = No significativo.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de las variables evaluadas con AG<sub>3</sub> durante el crecimiento vegetativo de *caléndula officinalis* L.

Tratamientos	Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de botones	Diámetro de flor	Diámetro de planta
Testigo (0 ppm)	21.670 C	6.1767 A	5.7333 A	5.7267 A	13.437 C
10 ppm	23.737 C	6.0367 A	5.4167 A	5.8033 A	15.590 BC
40 ppm	36.967 B	6.2067 A	6.0333 A	5.7033 A	19.043 B
100 ppm	32.120 A	5.6567 A	6.2167 A	5.7200 A	25.417 A

Los valores con las mismas letras, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p= 0.05$ ).

## Altura de planta

Para obtener calidad en la producción de plantas, es vital tener ciertas variables que permitan medir el vigor y tamaño de acuerdo a las especies, pues impactará en el consumo de estas por los clientes, quienes buscan siempre mejores características de calidad en estas.

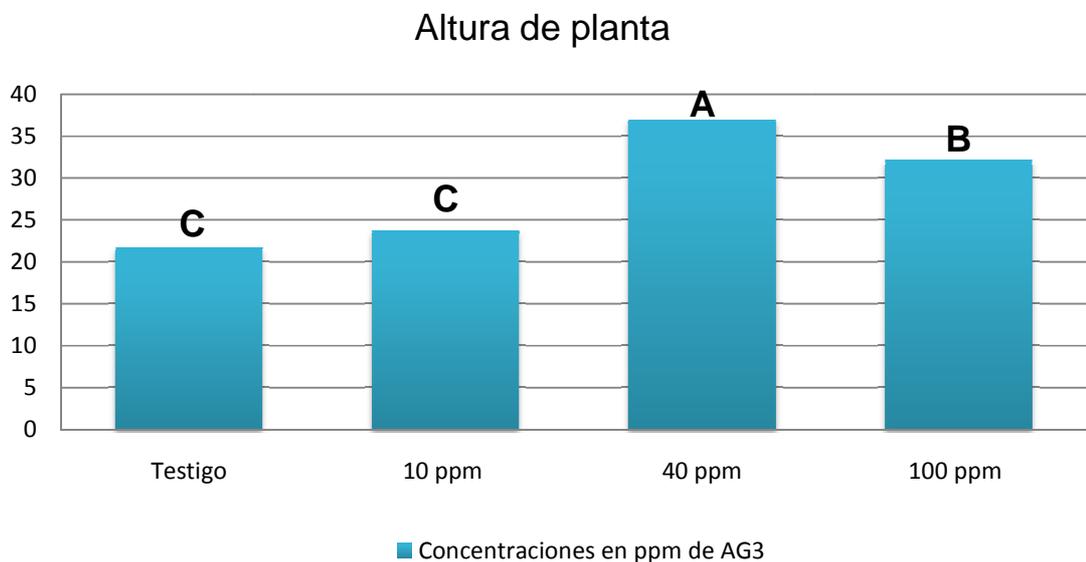


Figura 4.4. Comparación de medias para la variable altura de planta en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

Los tratamientos utilizados superan al testigo en promedio, en un 43.05%, que equivale a casi a 7.2 cm de altura. En el cuadro 4.3 indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las dosis manejadas en esta variable y de igual manera las medias (Tukey,  $p = 0.05$ ) en la altura de planta, (Figura 4.4 y cuadro 4.4) se manifiesta que la dosis de 40 ppm de AG<sub>3</sub> (ácido giberélico), mostró la mayor altura con un promedio de 36.96

cm, le siguió la concentración de 100 ppm con una altura de 32.12 cm, mientras que el testigo obtuvo el menor valor (21.67 cm), en la dosis de 40 ppm influyó más en la altura alcanzada de estas, por lo que esto, puede beneficiar al productor, siempre que se le pidan plantas altas, o afectando, si lo que se solicita, son plantas compactas.

El consumidor final en ocasiones prefiere plantas de poco porte ya que las coloca en lugares específicos y así mismo estas no pierden la relación de maceta y altura de planta. Las giberelinas regulan algunos aspectos del crecimiento y desarrollo de la planta. Según Weaver (1996), esto coincide con lo mencionado por Yáñez (2002) quien cita que los biorreguladores auxinas, giberelinas, citocininas son sustancias que tienen funciones en diferentes procesos o etapas de las plantas.

### **Diámetro de tallo de planta**

Esta característica es indicadora del vigor del tallo, pues proporciona resistencia para soportar el peso de otras estructuras (flor y follaje) por esta razón a mayor diámetro se originan caléndulas que difícilmente serán dobladas por el peso de la misma y permanecerán más tiempo erectas y con buena apariencia.

En el análisis de varianza (Cuadro 4.3) no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

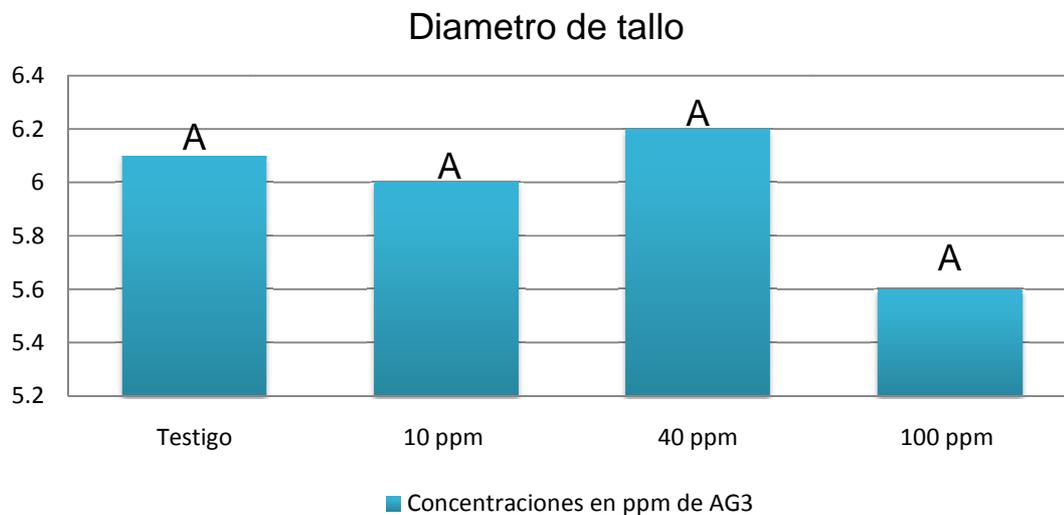


Figura 4.5. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

El único tratamiento que supero al testigo, fue el número tres utilizando una concentración de 40 ppm de ácido giberélico en promedio, en un 1.69%, que equivale casi a un mm de diámetro del tallo de cada planta.

La comparación de medias (Tukey,  $p = 0.05$ ) se muestra que no existen diferencia en los tratamientos empleados, por lo que sobresale la concentración de 40 ppm de ácido giberélico con un diámetro de 6.20 mm, seguido por el testigo (0 ppm de AG<sub>3</sub>) con un diámetro de 6.1 mm, mientras que a 100 ppm de AG<sub>3</sub> alcanzó el menor promedio (5.65 mm), se observó en general que a mayores concentraciones de ácido giberélico es menor el diámetro de tallo (Figura 4.5), lo cual coincide con Camacho (1994), quien considera que dependiendo de las concentraciones de las hormonas aplicadas a la especie, su método de aplicación, y además la duración en el tratamiento, su temperatura o

la mezcla de ellos y a veces se requeriría de una dosis muy alta, y el tratamiento podría ocasionalmente no tener ningún efecto.

El aumento que se obtuvo en la concentración de 40 ppm de ácido giberelico es favorable, pues esto permite darnos cuenta del vigor alcanzado por las plantas durante el crecimiento de estas, es importante porque el consumidor final prefiere este tipo de tallos por ser más vigorosos, ya que un tallo grueso es más atractivo que un tallo débil y delgado.

### Número de botones florales

La caléndula es apreciada por su consumo como planta con flor en maceta, y su preferencia está relacionada con el número de botones florales que esta tenga, muestra una mejor estética y es más aceptada en el mercado.

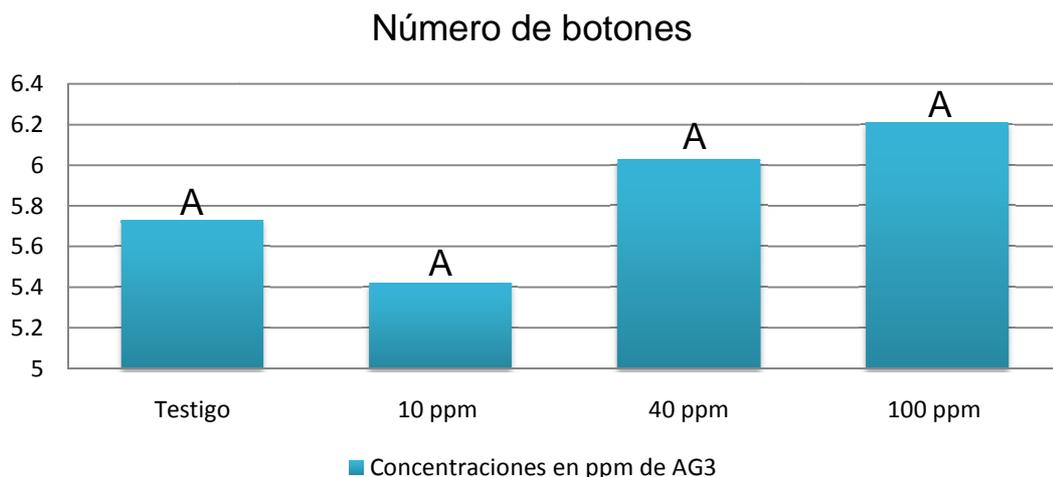


Figura 4.6. Comparación de medias para la variable número de botones florales por planta en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

El análisis de varianza, como se muestra en el (Cuadro 4.3) no existen diferencias estadísticas entre las diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub> aplicadas.

El tratamiento tres a 40 ppm y el cuatro con una dosis de 100 ppm de ácido giberélico, superaron al testigo en promedio, en un 7.01%. En la comparación de medias de (Tukey  $p= 0.05$ ) se observó que el tratamiento cuatro con una dosis de 100 ppm de AG<sub>3</sub> alcanzó el mayor número de botones de 6.21, seguido por el tratamiento tres utilizando 40 ppm de AG<sub>3</sub>, reportó 6.03, los valores mas bajos se ubican en los tratamientos dos y uno con un número de botones de (5.4 y 5.7). Por lo tanto se observa que no dependiera de una dosis para aumentar considerablemente el número de estos, como se muestra en la (Figura 4.6 y cuadro 4.4). Si el número de botones florales por planta es reducido, se podría tener flores de mejor calidad, por lo tanto donde se utilizó 10 ppm de AG<sub>3</sub>, sera beneficiado o no el productor. Lo anterior concuerda con lo mencionado por García *et al.* (1986), quien cita que el ácido giberélico aplicado foliarmente inhibió fuertemente la floración de Mandarina Satsuma, mientras que Abou (1987), menciona que el ácido giberélico sobre el crecimiento vegetativo y de floracion de *Capsicum frutescens* L. aceleró la floración y la disminución del número de inflorescencia.

### **Diametro de flor**

Esta especie ornamentale es consumida por la belleza de sus flores y se considera de vital importancia que estas sean grandes en cuanto a su

diametro y/o longitud, ya que esta característica la hace ser mas atractiva, puesto que una flor grande y bien formada tendra mejor aceptacion en el mercado.

En este caso el analisis de varianza, mostró que no existen diferencias entre las concentraciones utilizadas (Cuadro 4.3). El coeficiente de variacion arrojó un dato de 2.16%.

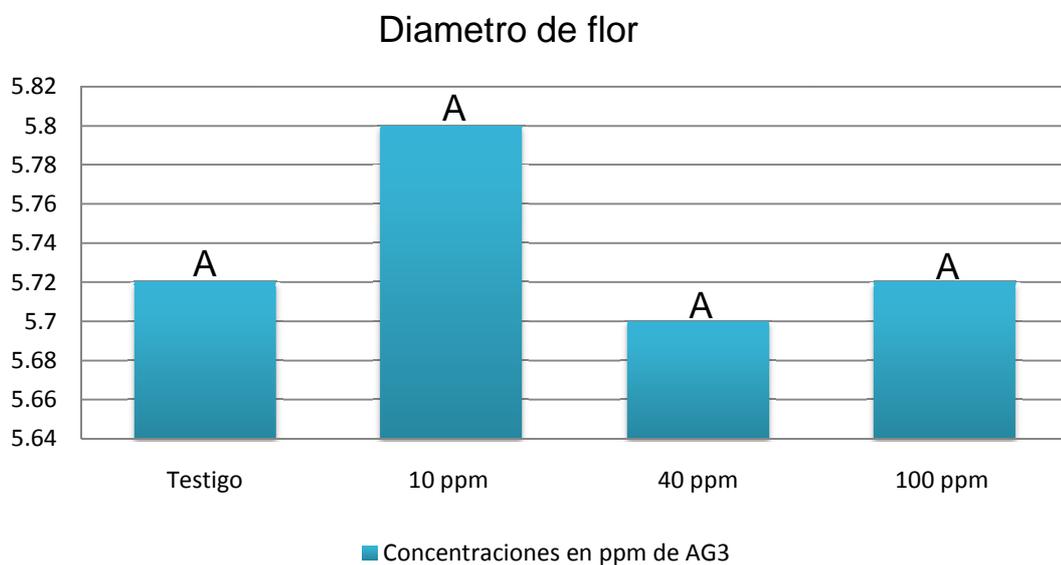


Figura 4.7. Comparación de medias para la variable diámetro de flor en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

En esta variable se encontró un solo nivel de significancia, lo que indica que los tratamientos son estadísticamente iguales, y que se demuestra en la comparación de medias de ( $p= 0.05$ ), donde todos los tratamientos, reportan un mismo nivel de significancia, al hacer un comparativo, el mejor tratamiento fue el número dos, donde se aplicaron 10 ppm de AG<sub>3</sub> reportando un diámetro de 5.8 cm, seguido por los tratamientos uno y cuatro en los que se emplearon concentraciones de 0 ppm (testigo) y 100 ppm de AG<sub>3</sub>, los que resultaron

totalmente iguales con un diametro de flor de 5.72 cm, posteriormente el tratamiento tres al que se le aplicaron 40 ppm  $AG_3$  alcanzando un valor mas bajo con un promedio de 5.7 cm (Figura 4.7). Esto indica que los reguladores utilizados, no influyeron en cuanto al diametro de esta, lo antes mencionado no concuerda con lo citado por Weaver (1982), quien dice que la aplicación de giberelinas incrementan el volumen de los frutos de varias especies, lo que no sucedió en esta variable. Al comparar la variable anterior que fue número de botones, se observa en las graficas que el tratamiento dos con una concentracion empleada de 10 ppm de  $AG_3$  y con esta misma dosis en esta variable, existen diferencias entre ellos, por lo tanto es favorable ya que al tener menor número de botones florares, se obtendra mayor diametro de flor, puesto que a mayor longitud será mejor la calidad de la planta, dando estética y facilitando la comercialización en esta especie como planta con flor en maceta.

### **Diametro de planta**

Esta característica tiene una gran importancia, ya que representa el area foliar de la planta y a mayor area foliar, mayor area fotosintética necesaria para llevar acabo todas las funciones de esta, entre mas hojas tenga mantendra mejores reservas en las mismas, esto podria ser indicativo de una planta vigorosa y sana y asi generar buena estetica y calidad para su venta.

El análisis de varianza (Cuadro 4.2), reportó que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Todos los tratamiento superaron al testigo, en promedio, en un 48.5%, lo que equivale casi a 6.5 centímetros de diametro de las plantas.

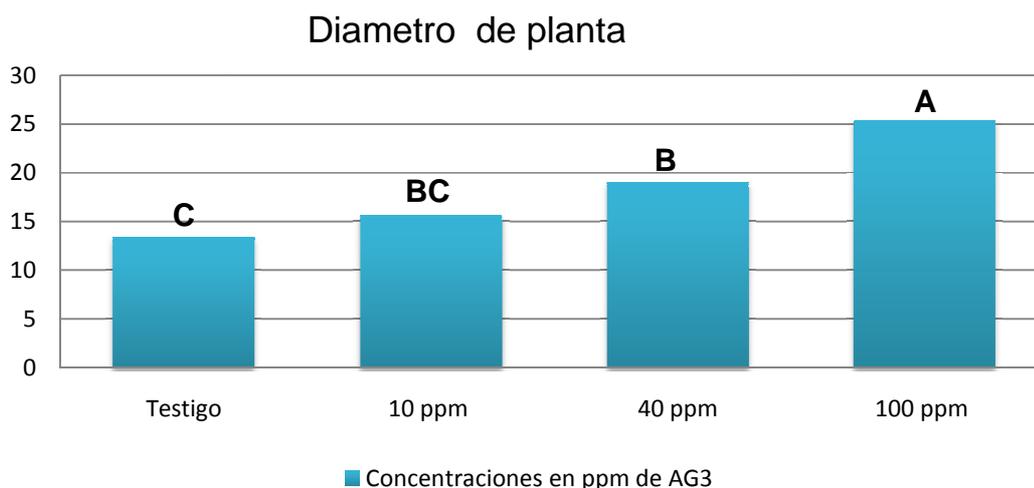


Figura 4.8. Comparación de medias para la variable diámetro de planta en relación a los tratamientos, en la especie de *caléndula officinalis* L.

En la comparación de las medias, se encontraron cuatro niveles de significancia, ubicando como el mejor tratamiento al número cuatro a 100 ppm de AG<sub>3</sub>, con un diametro de planta de 25.41 cm, seguido por el tratamiento tres utilizando 40 ppm de AG<sub>3</sub>, obtuvo un promedio de 19.04 cm, posteriormente la concentración de 10 ppm mostró un diametro de 15.59 cm, y ubicando como el peor tratamiento el número uno (testigo) obteniendo un diametro de planta de 13.43 cm. Por lo tanto a una mayor concentración de ácido giberélico, se obtendrá mayor diametro de planta.

El coeficiente de variación de esta, es de 9.56%, se puede observar lo antes mencionado en la (Figura 4.8 y cuadro 4.4). Estos resultados no coinciden con lo mencionado por Pelcastre (1998), quien dice que la aplicación de ácido giberélico con dosis de 16, 28 y 40 ppm no causaron efectos contradictorios en el follaje de árboles de naranja.

Este aumento en el diámetro de planta es favorable, lo que permite calificar un buen crecimiento vegetativo y así mismo estas tendrán mayor área fotosintética, el consumidor preferentemente busca estas características en su producto, mismo que hace ver a las plantas en contenedor muy vigorosa, con buena calidad y presentación.

## V.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Después del proceso de investigación y en base a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

.

El manejo de ácido giberélico durante el proceso de producción de plántulas a 100 ppm, mejoran la altura y el número de hojas en esta especie.

La aplicación exógena de ácido giberélico a 100 ppm mejora el diámetro de planta, número de botones florales, mientras que a una dosis de 40 ppm de AG<sub>3</sub>, incrementan la altura de planta y diámetro de tallo.

Con base a lo anterior y la necesidad de más investigaciones al respecto, me permito sugerir:

En la producción de plántula, se sugiere el uso de ácido giberélico a una concentración de 40 ppm ya que esta dosis mejora el número de hojas por plántula y diámetro de tallo de esta.

Para obtener una altura de plántula adecuada se recomienda una dosis de 100 ppm de ácido giberélico, mismo que este presentó mejores resultados en esta investigación.

En el crecimiento vegetativo es recomendable utilizar una dosis de 100 ppm de ácido giberélico para incrementar el diámetro de planta y número de botones.

Se sugiere el tratamiento tres a 40 ppm de AG<sub>3</sub>, debido a que este presenta una mejor respuesta en la altura de planta y diámetro de tallo, utilizando menor cantidad de ácido giberélico.

## VI. LITERATURA CONSULTADA

- Abou, A. M., 1987. Effect. Of Gibberellic Acid on Growth, flowering and Constituents of chrysanthemum frutescens. (ISHS) 205: 129 – 136.
- Bardgujar, C. D. and K. N. Warhal.1988. Effects of seed soaking and wrapping on growth and yield of vegetable coriander. Journal of the Maharashtra Agricultural Universities 13: (3)344-345.
- Bidwell, R. G. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura 8º reimpresión. Ed. Trillas. México. p.461 – 463.
- Borrego, E. F. Y G. H. Hernández. 1986. Estudios de germinación de nopal. Resúmenes de XI Congreso Nacional de Fitogenetica. México. 298 pp.
- Latimer, J. G., and Beverly R.B. 1993. Mechanical conditioning of greenhouse grow transplant. Hort Teach... 3(4): 412-414.
- López, G. R. y R. P. Sánchez. 1989. Germinación de dos variedades de pitaya (*Stenocereus griseus* (Hawth) Buxbaum). Cactáceas y Suculentas Mexicanas. 34: 34-40 pp.
- Bures, S. 1997 Sustratos, Edición agrotecnia S. L. Madrid España.
- Cabrera R., 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para producción de plantas en maceta. Revista chapingo, serie horticultura. Vol 5 No.1. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Calderón F. 1989. El cultivo hidropónico. Manual practico. Publicidad Artes Graficas, diseño Bogotá Colombia.
- Camacho, M. F. 1994 a. Dormición de semillas. Ed. Trillas. México. pp. 13-20.
- Camacho, M. F. 1994 b. fisiología de la germinación en: semillas forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación especial No. 2. México. pp. 12 – 31(obra de 137 p.).

- Carmichael, J.L. 1990, manual de caléndula. *Plantae*. Ed. No. 4. Amacuzac, Morelos.
- Claridad agropecuaria. 2000. "melón", ejemplo de tecnología aplicada. Agosto, México, DF. 48p.
- Celestino, M. B. 1998. Desfasamiento de cosecha con aplicaciones de AG<sub>3</sub> en Toronja (*Citrus Paradisi* Macf) Variedad "Rio Red", General Terán, N. León. (Tesis UAAAN pag. 27).
- Curti D. S. 1997. Memoria del primer curso Nacional de Avances Citricolas y Celebraciones de día del Citricultor . martinez de la torre, Ver., México. p. 10-76.
- Fernández P. J. 1996. Cultivo de las plantas medicinales y aromáticas Ed. Omega Barcelona.
- Fuentes V.L. Acosta 1986. El cultivo de una especie medicinal: caléndula *Officinalis* L. *Rev. Plant Med.* pp 6:28 – 33.3
- García- Luis, A.V. Alemania, C. Moneri, M Agusti and J. L. Guardiola, 1986. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in citrus inshiu. *Physiol. Plant.* 66:515-520.
- Gómez, B. J. G. 1998. Insumos de calidad: plántulas de calidad. *Rev. Productos de Hortalizas, frutas y flores.* Publicación periodica. Abril 1998 pp. 22-24.
- Hassell, R. 1994. El camino de la prosperidad comienza con transplantes sanos. *Rev. Productores de hortalizas.* Año 3 No.5 pp. 11 – 13.
- Hartmann, H.T y D.E. Kester. 1995. *Propagación de Plantas.* Ed. Continental. México. pp. 51 – 58.
- Hedden, P. 1999. Recent advances in gibberellin biosynthesis.v. *exp. Bot.* So (334): 553 – 563.
- Hernández, H. A. J. 1998. Desafamiento de cosecha en pomelo "Rio Red", mediante la aplicación de acido giberelico en la región de General Cepeda Terán, N. León. Tesis UAAAA. p. 40.
- Hurtado, M.D. 1988. *Cultivo de Tejidos Vegetales.* México.
- Internacional Seed Testing Association (ISTA) 1996. *Rules for seed testing Techololgy; seed sci & Tech.* pp 13. 299.355.

- Melgares de Aguilar, J. 2002. El cultivo de *Lisianthus* para flor maceta. Fjavier.melgaresdeaguilar(arroba)carm.es
- Moreno M. E. 1996 El análisis físico y biológico de la semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México D.F. pp 106.
- Morín C. L. 1980. Cultivos de Cítricos, Editorial ICCA, segunda Edición. pp 421-423.
- Muratalla, L. A.; P. F. Barrietos y A. J. Rodríguez. 1990. Germinación y viabilidad de semilla de nopal (*Opuntia amyclaea* K (V5) y *Opuntia ficus-indica* (V1 y F1)) II Reunión Nacional Sobre Conocimientos y Aprovechamientos del Nopal. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. México. 19 pp.
- Ohwaka, k., yoshizumi, T. korenaga, M. 1994. Reserval of heat – induce resetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. HortSciencie 29: 165 – 166 pp.
- Overbeek. J. V. 1954. Nomenclature of Chemical Planta Regulators. Plant phsiol. pp. 29: 307 – 308
- Pelcastre, J., 1998. Producción forzada de Naranja Valenciana (*Citrus Sinencis*) en la región de montemorelos, N. L, (Tesis Universidad Autónoma de N. L.). pp.120-121.
- Pérez, V., O. 2003 “ Evaluación de Sólido de vermicomposta como sustrato para la producción de plántula. “Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. pp. 30 – 31.
- Premier Pro-mix. 2003. Pro-mix PGX. Sustrato de cultivo para siembra y germinación. Ficha técnica.  
<http://www.premierhoet.com/websiste/products/eproducts/eprodprof/eprodprodmx/epromix pgx.html>.
- Prakash, G. and N. Kumar. 1984. Sexual diversity in *coriandrum sativum* L. Plant cell incompatibility News Letter, 16: 7-8.
- Ramírez, H. 2003. El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. Memorias del 3<sup>er</sup> simposio Nacional de Horticultura, Producción, Comercialización y exportación de cultivos Hortícolas México.
- Rappaport, L. 1978. Plant growth regulators. Study gurde for agricultura pest control. Advisers division of agricultural science. University of California los Angeles. 78 p.

- Resh, H. M. 1987. Cultivos hidropónicos. Segunda Edición, mandí prensa, España.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos Hidropónicos: Nueva tecnología de producción, una guía completa de los métodos actuales de cultivos sin suelo. 4ª Ediciones Mundi – prensa. Barcelona. España.
- Reyes, R. P. de M. 1993. Latencia de semillas: mecanismos de control y métodos de rompimiento. Monografía de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.
- Riviere, L. M. 1997. Contribution a1 etude du fucytonnemet hybrycle du systere rapportn. E.U.A.
- Rojas G. M. y H. Ramírez. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición. Ed. Limusa. México. p. 31.
- Rojas G. M. y Ramírez H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Segunda edición. Ed. Limusa. México.
- Salisbury F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. 1ª Edición. Virgilio Gonzales V. grupo editorial Iberoamericano, S.A. de C.V. México. 759 p.
- Serrano, C.Z. 1980. Invernaderos y Manejo, Publicaciones de extensión agraria. Madrid, España. pp. 178,205-206.
- Terán, S.G. E 1990. Propagación de plantas segundo curso nacional de plásticos en la agricultura centro de investigación de química aplicada CIQA. (Apuntes) Saltillo, Coahuila, México.
- Verdeguer, M.A., 1999 Cultivo de Aleheli en invernadero para flor cortada, Editorial Generalitat Valenciana, Valencia.
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Madrid, Mundi Prensa. 310 p.
- Weaver, R.J., 1982. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 2ª Reimpresión. Editorial Trillas. México, D.F.
- Weaver, J. R. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas de la agricultura, 8º. reimpresión. Ed. Trillas. México. pp. 19 – 39, 113 – 155.
- Yahía E. M. Inocencio Higuera C., (1992) Fisiología y Tecnología Postcosecha de productos Hortícolas, 1ª Edic., Editorial. Limusa. p. 45.
- Yánez, R. J. N. 2002. Nutrición y Regulación del crecimiento en hortalizas y frutales watts. Saltillo. Coahuila. pp. 40 – 42.

## **PAGINA DE INTERNET**

Goofle Earth. 2008, Europa Technologies.

[http://www.plantasmedicinales.org/archivos/manual\\_de\\_cultivo\\_para\\_calendula\\_officinalis.pdf](http://www.plantasmedicinales.org/archivos/manual_de_cultivo_para_calendula_officinalis.pdf)

[http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)

INFOAGRO, 2004. "Tipos de substrato de cultivo"  
<http://www.Infoagro.com/industriaauxiliar/tiposubstratos.asp>.

SAKATA SEED. 2002. Seriecalendula.  
<http://www.sakata.com.mx/paginas/ptcalendula.htm>.

# APÉNDICE

Cuadro A.1 Concentración de datos de la primera etapa, producción de plántulas.

PRODUCTO		VARIABLES		
AG <sub>3</sub> (PPM)	No. DE HOJAS	ALTURA (cm)	Ø DE TALLO (mm)	
0	4.00	3.92	1.35	
10	5.66	5.48	1.43	
40	6.00	7.95	1.52	
100	6.00	9.84	1.54	

Cuadro A.2 Concentración de datos de la segunda etapa, crecimiento vegetativo de caléndula *officinalis* L.

PRODUCTO		VARIABLES			
AG <sub>3</sub> (PPM)	Altura de planta (cm)	Ø de Tallo (mm)	No. de Botones	Ø de Flor (cm)	Ø de planta (cm)
0	21.63	6.10	5.73	5.72	13.43
10	23.73	6.03	5.42	5.80	15.60
40	36.96	6.20	6.03	5.70	19.04
100	32.12	5.65	6.21	5.72	25.41

AG<sub>3</sub>= Acido giberelico

Primera etapa: Proceso de producción de plántula.

Cuadro A.3. Análisis de varianza, para la variable número de hojas en caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	8.41666	1.68333	20.20	0.0011**
<b>ERROR</b>	6	0.50000	0.08333		
<b>TOTAL</b>	9	8.9166667			

C.V.= 5.329387 %

Cuadro A.4. Análisis de varianza, para la variable altura de plántula de caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	63.17982	12.63596	20.99	0.0010**
<b>ERROR</b>	6	3.61246	0.60207		
<b>TOTAL</b>	9	66.79229			

C.V = 11.40944 %

Cuadro A.5. Análisis de varianza, para la variable diámetro de tallo de plántulas de caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	0.07149	0.01429	3.18	0.095 <sup>NS</sup>
<b>ERROR</b>	6	0.02700	0.00450		
<b>TOTAL</b>	9	0.09849			

C.V.= 4.581585 %

**Segunda etapa: crecimiento vegetativo de *caléndula officinalis* L.**

Cuadro A.6. Análisis de varianza, para la variable altura de planta, de caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	472.11925	94.42385	22.64	0.0008**
<b>ERROR</b>	6	25.02941	4.17156		
<b>TOTAL</b>	9	497.14866			

C.V. = 7.135584 %

Cuadro A.7. Análisis de varianza, para la variable diámetro de tallo de planta, en caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	3.22461	0.64492	1.73	0.2607 <sup>NS</sup>
<b>ERROR</b>	6	2.23345	0.372241		
<b>TOTAL</b>	9	5.45809			

C.V = 10.13622

Cuadro A.8. Análisis de varianza, para la variable número de botones florales por planta, de caléndula

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	3.84708	0.76941	0.75	0.6160 <sup>NS</sup>
<b>ERROR</b>	6	6.16791	1.02798		
<b>TOTAL</b>	9	10.01500			

C.V.= 17.33156

Cuadro A.9. Análisis de varianza, para la variable diámetro de flor, en caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	0.20463	0.04092	2.66	0.1328 <sup>NS</sup>
<b>ERROR</b>	6	0.09233	0.01538		
<b>TOTAL</b>	9	0.29696			

C.V. = 2.161812 %

Cuadro A.10. Análisis de varianza, para la variable diámetro de planta en caléndula.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>TRATAMIENTO</b>	3	274.76368	54.95273	17.70	0.00106 <sup>**</sup>
<b>ERROR</b>	6	18.62308	3.10384		
<b>TOTAL</b>	9	293.38676			

C.V.= 9.589625 %

**Donde**

\*\* = Altamente significativo

\*= Significativo

NS= No significativo