



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

FRUTICULTURA

**DESARROLLO Y CALIDAD COMERCIAL DE
INFLORESCENCIAS DE *Antirrhinum majus* L.
(SCROPHULARIACEAE) EN INTEMPERIE (TEXCOCO,
ESTADO DE MÉXICO**

JOSE ARTURO REYES MONTERO

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2008

DEDICATORIA

A Dios Padre por guiarme y enseñarme un camino de luz y de esperanza.

A mis padres Eusebio y Fortunata que con su amor, sus consejos y su ejemplo de vida, siempre me apoyaron y me orientaron a seguir por el camino del bien.

A mis hermanos Griselda, Roberta, Pablo, Jorge, Alfonso, Rosa, Emilio y Mercedes y toda mi familia que con su amistad, compañía y apoyo moral fortalecieron mi vida.

A mi novia Ligia Mirella que con su amor, paciencia y comprensión estuvo siempre conmigo en los momentos más difíciles y más felices de mi vida.

A mis compañeros Leo, Guille, Caro, Gollo, Moisés, Marcos, Rusbel, Ángel, Ariadna, Lupita y todos los compañeros que de alguna manera me brindaron su amistad y estuvieron conmigo en las buenas y en las malas durante mi estancia en el colegio.

A mi primo Servando, su esposa Diana y toda su familia por su amistad y apoyo incondicional en los momentos más difíciles durante mi llegada a esta institución.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero otorgado para la realización de mis estudios de maestría en el Colegio de Postgraduados.

Al Colegio de Postgraduados quien a través de sus profesores, personal técnico y administrativo me brindaron la oportunidad de llevar a término esta etapa importante para mi desarrollo profesional.

Al Dr. Eduardo García Villanueva, al Dr. José Alfredo Carrillo Salazar y al Dr. Jorge Gutiérrez Espinosa por su dirección y acertadas aportaciones en la realización de éste trabajo.

A la M.C. Araceli Acuña Gaytan, por el apoyo brindado y sus buenos consejos durante la investigación y revisión del documento.

A todos los doctores, secretarias y compañeros del programa de fruticultura por los buenos momentos que pasamos en las bienvenidas y desayunos.

Al M.C. Jaen Contreras y a mi tocayo Sr. Arturo López Veloz, y a todos los trabajadores del Huerto San José por su amistad y su valiosa colaboración durante la realización de la fase experimental.

A todo el personal de la biblioteca por su amistad y apoyo en la búsqueda de información para la terminación de la tesis.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Hipótesis	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Significado, origen y aspectos botánicos generales de <i>Antirrhinum majus</i> L.	6
2.3. Industria Florícola Nacional	8
2.4. Importancia del cultivo	9
2.5. Manejo del Cultivo	10
2.5.1. Cultivo en invernadero	10
2.5.2. Cultivo en Intemperie	10
2.5.3. Prácticas culturales	11
2.5.3.1. Selección de cultivares	11
2.5.3.2. Establecimiento del almácigo	12
2.5.3.3. Fertilización	12
2.5.3.4. Riego	13
2.5.3.5. Plagas, enfermedades y control	13
2.5.3.6. Cosecha	14
2.6. Fenología de ornamentales de flor de corte	15
2.7. Desarrollo de las plantas	16
2.7.1. Anatomía del meristemo apical	17
2.7.2. Emisión de hojas (nomófilos y plastocrono)	18
2.7.3. Proceso de Floración	19
2.7.3.1. Inducción floral	20
2.7.3.2. Iniciación a floración	21
2.7.3.3. Diferenciación floral (organogénesis)	23
2.7.4. Acumulación de biomasa fresca y seca	24
2.8. Ambiente de Desarrollo	25
2.8.1. Temperatura	28
2.8.1.1. Grados Día de Desarrollo (GDD)	30
2.8.2. Luz	33
2.8.2.1. Acumulación Diaria de Luz (ADL)	33
2.8.2.2. Eficiencia en el uso de la radiación luminosa y Fotosíntesis	35
2.9. Calidad Comercial SAF	36
MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Localización del Experimento	37
3.2. Material Vegetal	37
3.3. Descripción y manejo del experimento	38
3.3.1. Siembra	38
3.3.2. Transplante	38
3.3.3. Fertilización	38
3.3.4. Riego	38
3.3.5. Tutorio	38
3.3.6. Control de malezas	39

3.3.7. Control de plagas y enfermedades	39
3.3.8. Madurez comercial	39
3.4. Calidad Comercial SAF	39
3.5. Variables a Evaluar	39
3.5.1. Ambiente de desarrollo	40
3.5.2. Desarrollo del cultivo	40
3.5.2.1. <i>Días de germinación (DG)</i>	40
3.5.2.2. <i>Iniciación floral (IF)</i>	40
3.5.2.3. <i>Número de hojas (NH)</i>	41
3.5.2.4. <i>Longitud total del tallo (LTT, cm)</i>	41
3.5.2.5. <i>Longitud de la inflorescencia (LI)</i>	41
3.5.2.6. <i>Número de flores abiertas (NF)</i>	41
3.5.2.7. <i>Peso de biomasa aérea fresca total (BFT, g)</i>	41
3.5.2.8. <i>Peso de biomasa aérea seca total (BST, g)</i>	42
3.5.2.9. <i>Madurez comercial (MC, (días))</i>	42
3.5.2.10. <i>Índice de calidad (g·cm de tallo⁻¹) y calidad comercial (IC)</i>	42
3.6. Obtención de datos climáticos	42
3.6.1. Grados días de desarrollo (GDD)	42
3.6.2. Luz Diaria Acumulada (ADL)	43
3.6.2.1. <i>Eficiencia en el uso de la Radiación</i>	43
3.7. Diseño Experimental y Análisis Estadístico	43
4. RESULTADOS	45
4.1. Ambiente de desarrollo	45
4.2. Desarrollo del Cultivo	45
4.2.1. Tiempo de Germinación (DG)	45
4.2.2. Iniciación a floración (IF).	46
El tiempo requerido desde el transplante hasta la iniciación a floración para la serie Rocket fue de 112 días en el ciclo O-I y 51 días en el ciclo P-V (Figura 8). Para los cultivares de la serie Potomac fue 99 días en el ciclo O-I y 44 días en el ciclo P-V, por lo que fue en promedio 55% menor tiempo en ambas series en P-V que en el ciclo O-I (Figura 9). Esto pudo ser debido a que la temperatura y la radiación solar fueron mayores durante el ciclo primavera-verano que en otoño-invierno, lo que aceleró el proceso de la iniciación floral de ambas series de perrito.	46
4.2.3. Crecimiento (Número de hojas, NH).	49
4.2.4. Longitud total del tallo floral (LTT).	50
4.2.5. Longitud de inflorescencia (LI)	52
4.2.6. Crecimiento de las inflorescencias en número de flores abiertas (NFA)	53
4.2.7. Biomasa aérea fresca total (BFT)	54
4.2.8. Biomasa aérea seca total (BST).	55
4.2.9. Madurez comercial (MC).	56
4.2.10. Índice de calidad (IC)	59
4.3.1. Efecto de los grados día de desarrollo (GDD) y la acumulación diaria de luz (ADL) en la iniciación floral.	62
4.3.2. Efecto de de los grados día de desarrollo (GDD), la acumulación diaria de luz (ADL) y la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) en la madurez comercial	63
5. DISCUSION	65
5.1. Aclimatación de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) al ambiente de producción	65
5.1. Acumulación de grados día de desarrollo (GDD)	66
5.2. Eficiencia en el uso de la radiación solar (EUR)	67
6. CONCLUSIONES	70

7. RECOMENDACIONES	72
8. LITERATURA CITADA	73
9. ANEXOS	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación comercial por grupos de respuesta de algunos cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. utilizados en la producción comercial para flor de corte.	9
Cuadro 2. Promedios de temperatura y precipitación mensual del municipio de Texcoco de 56 y 60 años respectivamente.	28
Cuadro 3. Especificaciones comerciales para la clasificación en el manejo de inflorescencias de <i>Antirrhinum majus</i> L. de corte de acuerdo con los estándares establecidos por la Sociedad de Floristas Americanos (SAF).	36
Cuadro 4. Promedios de temperaturas medias nocturnas y diurnas y de acumulación diaria de luz en la producción de <i>Antirrhinum majus</i> L. para flor de corte a la intemperie.	45
Cuadro 5. Contrastes ortogonales en variables de desarrollo para el efecto de grupos de respuesta (serie Rocket vs Potomac) de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) de corte cultivados en intemperie.	58
Cuadro 6. Contrastes ortogonales en variables de desarrollo para efecto de ciclos de cultivo (época de producción) dentro del mismo grupo de respuesta de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) de corte (Series Potomac y Rocket) cultivados en intemperie.	59
Cuadro 7. Calidad comercial de acuerdo con la Sociedad Americana de Floristas (SAF) en la producción de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) de corte en diferentes épocas de desarrollo en condiciones de intemperie.	60
Cuadro 8. Grados días de desarrollo (GDD), acumulación diaria de luz (ADL) y eficiencia en el uso de radiación (EUR) en la producción de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en los ciclos de cultivo otoño-invierno (O-I) y primavera-verano (P-V) en Montecillo, México.	63
Cuadro A1. Análisis químico y físico del suelo para el cultivo de <i>Antirrhinum Majus</i> L.	83
Cuadro A2. Análisis químico del agua de riego para el cultivo de <i>Antirrhinum majus</i> L.	84
Cuadro A3. Especificaciones de desarrollo, requerimientos ambientales y recomendaciones del cultivo de <i>Antirrhinum majus</i> L.	84
Cuadro A4. Significancia estadística, r^2 y media general, entre tratamientos de las variables respuesta durante la producción comercial de inflorescencias de <i>Antirrhinum majus</i> L. en intemperie.	86
Cuadro A5. Análisis de contrastes ortogonales en tallos de <i>Antirrhinum majus</i> L.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la flor de <i>Antirrhinum Majus</i> L (perrito).....	7
Figura 3. Modificado por Maginnes y Langhans, 1961. Iniciación floral de <i>Antirrhinum majus</i> L. A: Yema vegetativa. Muestra la simetría alrededor del domo y paralelo a los lados. 186x; B: Yema floral asimétrica. 186x; C: Yema floral con protuberancias del cáliz sobre los lados. 123x; D: Yema floral mostrando partes de la flor (bracteas, cáliz, corola, placenta central. 24x).	22
Figura 4. Modificado de Esau, K. 1977. Estados de desarrollo de la flor de <i>A. majus</i> L. A: Apices vegetativo (arriba) y floral (derecha e izquierda abajo del vegetativo); B: Flor con sépalos y primordios de pétalos; C: Corte de la flor mostrando el primordio del estambre; D: Flor con gineceo, estilo aún no prolongado.....	23
Figura 5. Escapo o eje principal de las inflorescencias de los cultivares evaluados de <i>A. majus</i> , Potomac Orange (A), Potomac Plumblossom (B), Rocket Bronze (C), Rocket Red (D).	37
Figura 6. Estructura vegetativa y reproductiva del tallo floral de <i>Antirrhinum majus</i> L.	44
Figura 7. Germinación después del trasplante de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito).	46
Figura 8. Iniciación a floración después del trasplante (DDT) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito).	47
Figura 9. Anatomía de estados de desarrollo de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito), a-b yema vegetativa del cv. Potomac Orange; c-d yema floral del cv. Potomac Plumblossom; e-f yema floral del cv Potomac Orange; g-h yema floral del cv Rocket Bronze; i-j-k-l yema floral del cv. Rocket Red. Tomadas con objetivos de 10x y 40x respectivamente. La iniciación a floración aparece con el domo aplanado (Da).	48
Figura 10. Crecimiento de plantas de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	50
Figura 11. Longitud total del tallo floral (tallo vegetativo megablástico más escapo) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	51
Figura 12. Longitud de inflorescencia o escapo (cm) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	52

Figura 13. Número de flores abiertas (núm) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	53
Figura 14. Biomasa fresca (g) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	55
Figura 15. Biomasa seca (g) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	56
Figura 16. Madurez comercial después trasplante (DDT) de cuatro cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito).....	57
Figura 17. Inflorescencias de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) con diferentes calidades comerciales. 1: Primera (Rocket Bronze), 2: Extra (Rocket Red), 3 y 4: Especial (Potomac Orange y Plumblossom). Ejemplo de los tallos florales obtenidos en O-I.....	61
Figura 18. Índice de calidad de diferentes cultivares de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) después del trasplante.....	62
Figura A1. Grados días de desarrollo (GDD) y acumulación diaria de luz (ADL) en la producción de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en el ciclo O-I.....	85
Figura A2. Grados días de desarrollo (GDD) y acumulación integrada de luz (ADL) en la producción de <i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en el ciclo P-V.....	85

RESUMEN

DESARROLLO Y CALIDAD COMERCIAL DE INFLORESCENCIAS DE *Antirrhinum majus* L. (SCROPHULARIACEAE) EN INTEMPERIE (TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO)

José Arturo Reyes Montero, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2008

Con el objetivo de evaluar los efectos de la radiación solar y de la temperatura del aire en el desarrollo y la calidad comercial de *Antirrhinum majus* L., se estudiaron los cv. Plumblossom y Orange de la Serie Potomac, y Bronze y Red de la Serie Rocket cultivados a la intemperie en Montecillo, México, durante otoño-invierno 2006 y primavera-verano 2007 a la densidad de 80 plantas m⁻². Los cultivares de la serie Potomac en el ciclo otoño-invierno requirieron menor acumulación de grados día desarrollo (1254 °C·día⁻¹) que los de la serie Rocket (1727 °C·día⁻¹) para alcanzar la madurez comercial; fueron más eficientes en el uso de la radiación que los cultivares de la serie Rocket (0.61 g de biomasa seca·MJ⁻¹ vs 0.36 g de biomasa seca·MJ⁻¹), obtuvieron mayor biomasa fresca (137 g vs 70 g), longitud de tallo (100 cm y 93 cm) e índice de calidad (1.35 g·cm⁻¹ vs 0.75 g·cm⁻¹); además 70% de los tallos de los cultivares Plumblossom y Orange fueron de calidad especial, la más alta para esta especie. El comportamiento de los cultivares de ambas series fue similar en el ciclo primavera-verano, aunque se acumuló menor biomasa seca, menor número de hojas y menor días a cosecha que en otoño-invierno. Se concluye que los cultivares de la serie Potomac alcanzaron mejor desarrollo en ambos ciclos de cultivo, además que produjeron inflorescencias con mayor calidad comercial que los cultivares de la serie Rocket. Estos resultados sugieren que pueden ser cultivados en la intemperie en el sitio de estudio, a pesar de que son recomendados para producción en invernadero.

Palabras clave: Serie Potomac, Serie Rocket, Radiación global, Temperatura del aire, Biomasa, Tallos florales.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND COMERCIAL QUALITY OF INFLORESCENCES OF *Antirrhinum majus* L. (SCROPHULARIACEAE) IN FIELD (TEXCOCO, STATE OF MÉXICO)

The effect of solar radiation and air temperature on the plant development and the stem quality of *Antirrhinum majus* L. cv. Plumblossom and Orange from the Potomac series, and Bronze and Red from the Rocket series was evaluated in field conditions in Montecillo, México, during the fall-winter 2006 and spring-summer 2007 seasons at 80 plants m⁻². During the fall-winter season, the cultivars from the Potomac series accumulated less degree-days to reach commercial maturity stage (1254 GDD) than the Rocket cultivars (1727 GDD); they had higher light use efficiency (0.61 g of dry biomass ·MJ⁻¹ vs 0.36 g of dry biomass·MJ⁻¹), greater fresh weight (137g vs 70 g), greater stem length (100 cm vs 93 cm) and higher quality index (1.35 g·cm⁻¹ vs 0.75 g·cm⁻¹) than in the Rocket series. In addition, 70% of the floral stems of Plumblossom and Orange cultivars were of special quality, the highest level for this species. Similar results were obtained in both series during the spring-summer season but less dry biomass accumulated, less leaf number and less days to the commercial harvest than in the fall-winter. The cultivars of the Potomac series reached the best development in both cycles, moreover obtained inflorescences with more commercial quality than cultivars of the Rocket series. These results suggesting that they can be cultivated in field conditions in the area of study, however, they are recommended for greenhouse production.

Key words: Serie Potomac, Serie Rocket, Global radiation, Temperature of air, Biomass, Stems floral.

1. INTRODUCCIÓN

Un elevado porcentaje de la producción de flor de corte de *Antirrhinum majus* L., se desarrolla en condiciones de invernadero, utilizando los cultivares tradicionales organizados en cuatro grupos de respuesta. Los cultivares del grupo I y II han sido desarrollados, para tolerar temperaturas bajas por la noche y menor intensidad de luz. Mientras que los cultivares de los grupos III y IV toleran y requieren de mayor intensidad de luz y temperatura, para lograr inflorescencias de calidad comercial (Cockshull, 1985). En años recientes han sido generados híbridos y cultivares de vigor para la producción de flor de corte en intemperie (Pan American® Seeds, 1998; Reid y Dodge, 2006); aunque ya existen algunos cultivares de invernadero que se producen en campo (Reid y Dodge, 2006). El trabajo de Raulston (1970), en la producción de *A. majus* de los grupos I,II,III y IV en intemperie, mostró la importancia de la selección de los cultivares para lograr una producción con calidad comercial.

El cultivo de ornamentales en condiciones de intemperie ocurre bajo un nivel limitado de control de las condiciones ambientales (Raulston, 1970; Martínez, 2002); toda vez que el cultivo se expone de manera directa a las variaciones de luz, longitud del día, humedad relativa y temperatura ambiental presentes a lo largo del día, del mes, de la estación y del año (Hanan, 1998). El grado o nivel de manipulación sobre estos factores se refleja en el desarrollo y en la calidad comercial de los cultivos (Hammer, 2003). Cuando el nivel de control del ambiente es limitado, el éxito productivo queda condicionado a la implementación de prácticas culturales de manejo (selección de variedades, riego, nutrición, combate de plagas y enfermedades, etc.) y a la bondad del clima y sus efectos sobre desarrollo de los cultivos (Starman *et al.*, 1995; Hammer, 2003).

Los efectos de la transformación de la energía lumínica, tiene impacto determinante sobre la fotosíntesis de la planta y esto repercute en el crecimiento, lo que se expresa en el tamaño y en el peso final obtenido por las inflorescencias (Munir *et al.*, 2004a). La influencia de la temperatura, está relacionada con la velocidad de dicho crecimiento, a mayor temperatura hay aceleración de procesos fisiológicos (Khattak y Pearson, 2005). Consecuentemente, los efectos de la luz y de la temperatura influyen sobre el desarrollo, la programación y la duración del ciclo del cultivo de

Antirrhinum majus L. (Raulston, 1970; Gutiérrez, 2003). Actualmente existe una gran variedad de híbridos de *Antirrhinum majus* L. disponibles en el mercado (Fig. 1). Algunos trabajos indican la existencia de variabilidad entre cultivares (Rocket 'Bronze' 'Pink' y 'White') por efecto de la luz y de la temperatura incidentes (Starman *et al.*, 1995).

Con base en lo anterior y considerando la disponibilidad de cultivares clasificados de acuerdo con sus exigencias definidas de luz y temperatura y, que poco se conoce de los efectos específicos de estos factores durante el cultivo de *Antirrhinum majus* L. manejados en diferentes épocas de producción en condiciones de intemperie, es el interés del presente trabajo, el desarrollar y proporcionar información que permita a los productores de flor de corte adquirir el conocimiento para propagar y producir tallos de perrito con calidad comercial. Por ello se seleccionó a los cultivares Orange y Plumblossom de la serie Potomac y las variedades Red y Bronze de la serie Rocket, para determinar la técnica de cultivo apropiada con el fin de plantear una alternativa viable para su comercialización como flor de corte. Por tal motivo la presente investigación persigue los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1. Objetivo General

Evaluar en ciclos sucesivos de cultivo los efectos de la radiación y de la temperatura en el desarrollo y en la calidad de algunos cultivares de *Antirrhinum majus* L. para producción a la intemperie.

1.2. Objetivos Específicos

Determinar los efectos de la radiación y de la temperatura sobre la iniciación floral y sobre la calidad comercial de tallos florales de *Antirrhinum majus* L. en intemperie.

Comparar el desarrollo de los cultivares de *Antirrhinum majus* L. durante otoño-invierno y primavera-verano en condiciones de intemperie.

Definir la mejor época de cultivo otoño-invierno o primavera-verano de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. producidas en intemperie, dos de la serie Potomac y dos de la Rocket.

1.3. Hipótesis

Las diferencias en radiación y temperatura acumuladas en cada ciclo de cultivo no generan efectos sobre el desarrollo y la calidad comercial de los tallos de *Antirrhinum majus* L. en condiciones de intemperie en ningún cultivar estudiado.

Los cultivares de paisajismo de *Antirrhinum majus* L. de la serie Rocket desarrollan tallos florales con similar calidad a la observada en los cultivares de la serie Potomac recomendados para su cultivo en invernadero, al cultivarlos a la intemperie.

El cultivo anual de *Antirrhinum majus* L. en intemperie es posible en las condiciones de Montecillo (municipio de Texcoco, Estado de México) sin importar la altitud ni la época (otoño-invierno y primavera-verano).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Significado, origen y aspectos botánicos generales de *Antirrhinum majus* L.

El vocablo *Antirrhinum* proviene de las palabras griegas que significan “semejante” y “nariz”, refiriéndose a la forma de la flor (Reid y Dodge, 2006); (Thompson 1988) y Rogers (1992), mencionaron que el nombre común para la especie *Antirrhinum majus*, es “perrito”.

El origen de *Antirrhinum majus* L. es el mediterráneo y parte de la región oeste de Norteamérica (Thompson, 1988) donde crecían como plantas perennes y florecían en verano. Los primeros cultivares se establecieron en los Estados Unidos como líneas endogámicas de polinización abierta, con un período largo de floración en el campo o invernadero; en 1926 se introdujo el cultivar Chevoit Maid, que florecía en invierno (Lindstom, 1966).

De acuerdo con Smith (1977), Cronquist (1981) y Huxley *et al.*, (1992) la posición taxonómica de *A. majus* L. es como sigue:

División: Magnoliophyta, Cronquist (1981)

Clase: Magnoliospida, Cronquist (1981)

Subclase: Asteridae, Cronquist (1981)

Orden: Scrophulariales, Cronquist (1981)

Familia: Scrophulariaceae, Cronquist (1981)

Subfamilia: Scrophularioideae (Antirrhinoidea), Smith (1977)

Tribu: Antirrhinaeae, Smith (1977)

Género: *Antirrhinum*, Huxley *et al.* (1992)

Especie: *Antirrhinum majus*, Huxley *et al.* (1992)

A. majus L. es una planta perenne que según el medio donde se desarrolla, presenta raíces hipogeas y de forma ramificada ya que la raíz principal pronto se ramifica en raíces secundarias, éstas a su vez, vuelven a dividirse en terciarias y así sucesivamente (Thomas-Domenech, 1975). Los tallos son erectos, herbáceos con hojas alternas u opuestas, simples y lanceoladas y coronados con flores dispuestas en racimos. Las flores son bisexuales y zigomórficas con el cáliz de cinco sépalos unidos, la corola de cinco pétalos unidos (Figura 1). El androceo es didínamo y

consta de cuatro estambres fértiles unidos al tubo de la corola, alternos sus lóbulos; los granos de polen son binucleados. Un disco nectario anular comúnmente está presente en la base del ovario (Figura 1).

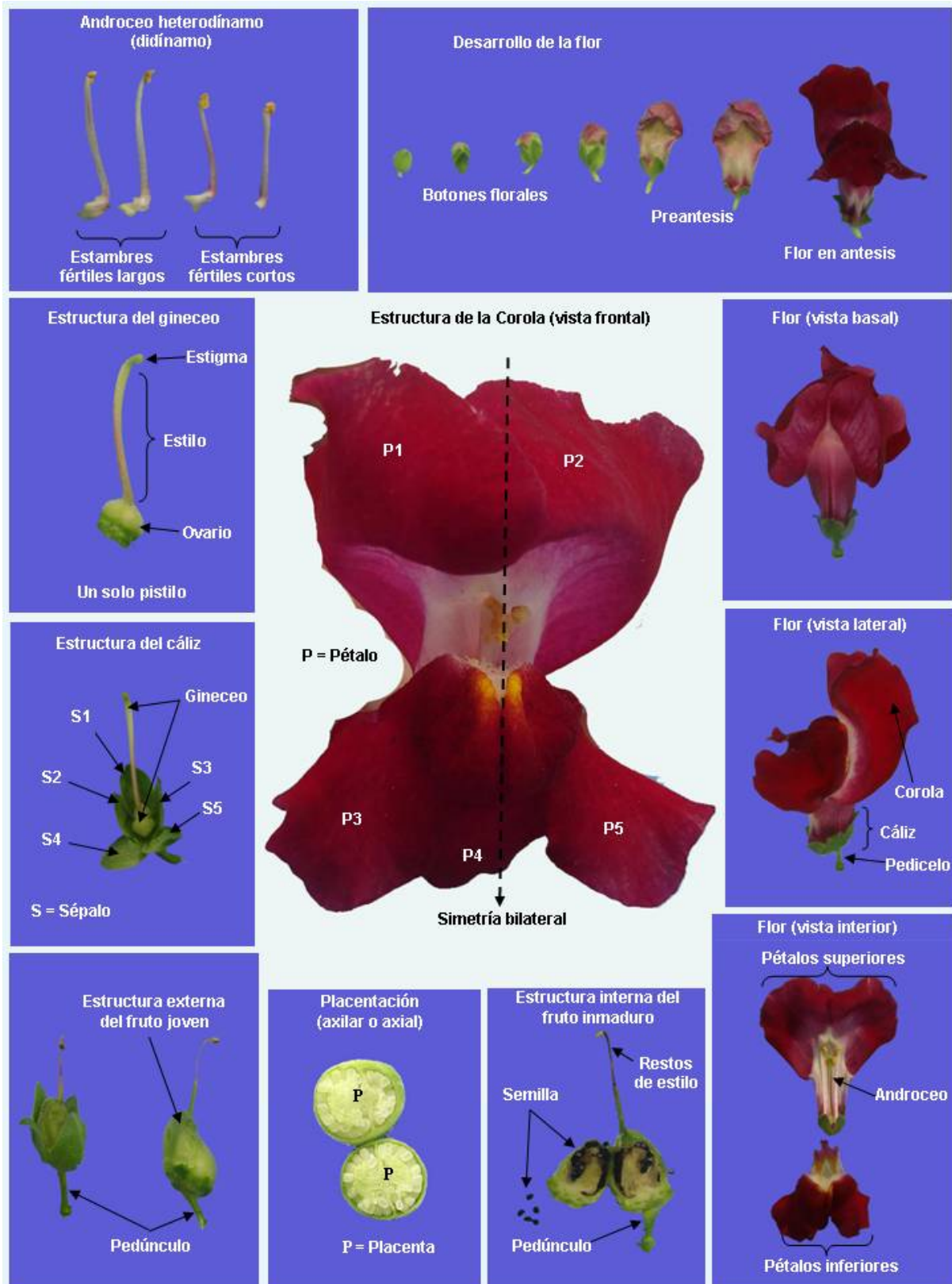


Figura 1. Morfología de la flor de *Antirrhinum Majus* L (perrito).

El gineceo está compuesto de un pistilo de dos carpelos unidos para formar el ovario súpero bilocular, el estilo y el estigma simple o bilobulado y húmedo. Los óvulos son más o menos numerosos en cada lóculo del ovario, sobre placentas axilares. El fruto es generalmente una cápsula septicida. Las semillas son angulares y curvadas fuerte o ligeramente (Figura 1). El embrión presenta dos cotiledones reducidos pero distinguibles (Cronquist, 1981; Jones y Luchsinger, 1979; Smith, 1977).

2.3. Industria Florícola Nacional

La floricultura en el estado de México ha demostrado ser rentable debido a que permite la rápida recuperación de las inversiones superando a otros cultivos como las frutas y las hortalizas. La superficie cultivada de ornamentales en todo el país comprende alrededor de 14,000 hectáreas, de las cuales el 90% está destinada al cultivo en intemperie y el 10% restante al cultivo protegido (SEDAGRO, 2004b).

A pesar de que la actividad florícola se reporta en todas las entidades que comprenden el territorio nacional, la superficie cultivada se concentra en los estados de Baja California, Coahuila, Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Estado de México. Sobresaliendo este último al considerarse el responsable del 80% de la producción nacional (SEDAGRO, 2004a). En el estado de México, la floricultura representa la cuarta parte de la derrama económica que se crea en el campo mexiquense. La comercialización de las ornamentales representa un valor aproximado de 3,000 millones de pesos anuales y actualmente es la entidad que va a la vanguardia en la producción con una extensión aproximada de cinco mil 500 hectáreas ocupadas en cultivos florícolas (SAGARPA, 2007).

En este nivel, el rubro más importante es la flor de corte, en el cual las rosas, los gladiolos, los crisantemos y los claveles, son las especies comercializadas más importantes (Valdez y Hernández, 2005); hoy en día el mercado empieza a demandar otras especies como el Anthurium, Proteas y Lilies, entre otras (Hidalgo, 2000), percibiendo al *Antirrhinum majus* L. como opción interesante para su comercialización como flor de corte (Miranda y Gutiérrez, 2005). Sin embargo, a pesar de que se cultiva en el Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y Querétaro, es escasa la información que dimensiona

apropiadamente la contribución del cultivo del perrito en esta industria. Consecuentemente los volúmenes de producción con calidad comercial son limitados, situación que demerita su aceptación y establecimiento (Gutiérrez, 2005). Caso contrario, tanto al norte del país como en los Estados Unidos y Canadá, esta especie se considera de importancia tanto en la industria para flor de corte como para el paisajismo ornamental (SEDAGRO, 2004a; Gutiérrez, 2003;); no obstante, no existen reportes de su exportación.

2.4. Importancia del cultivo

La explotación comercial de *A. majus* en México, se destina principalmente al mercado del paisajismo y como planta de maceta, común al uso de híbridos de bajo porte (Gutiérrez, 2005). Como flor cortada su mercado apenas inicia, con crecimiento prometedor para la industria florícola (Miranda y Gutiérrez, 2005). La producción de flor de corte, se desarrolla esencialmente en condiciones de invernadero, utilizando los cultivares tradicionales organizados en cuatro grupos de respuesta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación comercial por grupos de respuesta de algunos cultivares de *Antirrhinum majus* L. utilizados en la producción comercial para flor de corte.

Grupo	Serie	Cultivar	Recomendaciones Generales
I	Maryland	True Pink	TD 14-20 °C; TN 7-10 °C; LDC; LB
	Maryland	Red	
	Winter	White	
II	Maryland	White	TD 14-20 °C; TN 10-13 °C; LDC, aunque no tan corto como el grupo 1; L Moderada
	Monaco	Violet	
	Winter	Yellow	
III	Monaco	Red	TD 14-25 °C; TN 13-16 °C; LD Medio a Largo; L Moderada a Alta
	Potomac	Yellow	
	Potomac	Dark Orange	
IV	Potomac	Plumblossom	TD 14-25 °C; TN 16 °C o más; LDL; L Alta
	Potomac	Orange	
	Potomac	Pink	

Modificado de Hamrick, 2003 y Pan American[®] Seeds, 1998. TD: Temperatura diurna; TN: Temperatura nocturna; L: Luminosidad requerida; LDC: Luminosidad de día corto; LB: Luminosidad baja; LDL: Luminosidad de día largo.

En años recientes han sido producidos híbridos y variedades de calidad comercial para la producción en invernadero, tal es el caso de la serie Rocket que aunque son materiales desarrollados para jardinería, poseen características para ser considerados como flor de corte (Pan American® Seeds, 1998; Reid y Dodge, 2006). Actualmente ya existen algunos cultivares de invernadero que se cultivan en campo (Reid y Dodge, 2006). Sin embargo, la información referente a la producción en invernadero y en invernadero es limitada (Miranda y Gutierrez, 2005).

2.5. Manejo del Cultivo

2.5.1. Cultivo en invernadero

El cultivo de perrito en invernadero, permite producirlo durante todo el año debido a la disponibilidad de cultivares con variedad de colores y con base en sus exigencias definidas de luz y temperatura son clasificados en cuatro grupos de respuesta (Cockshull, 1985; Gutiérrez, 2003; Reid y Dodge, 2006), lo cuál permite a los productores elegir materiales adecuados de acuerdo con las condiciones climáticas y épocas de desarrollo del cultivo (Cuadro 1).

Adicionalmente, su propagación en ambientes controlados, busca beneficiar su óptimo desarrollo y es la estrategia orientada a originar mayor productividad, así como dar un mejor uso y manejo de estos recursos (Ruckelhauss, 1989; Casas *et al.*, 2001); sin embargo, es evidente la inexperiencia acerca de su producción y del uso apropiado de los cultivares disponibles, así como de la viabilidad al ser introducidos (Gutiérrez, 2005). Por ello, Rojas (2005) y Miranda (2007) realizaron estudios en estas condiciones con el objetivo de generar información de manejo con buenos resultados, considerando al *Antirrhinum majus* L. como una alternativa con potencial para la industria de flor de corte.

2.5.2. Cultivo en Intemperie

Similarmente en condiciones de invernadero, es posible la producción en la mayor parte del año ya que existen variedades especiales para la obtención de inflorescencias a cielo abierto (Reid y Dodge, 2006). No obstante, se deben considerar otros aspectos como cuando se determina el proceso de floración por efecto de la intensidad luminosa, la longitud del día y el ajuste de las temperaturas

nocturnas que son de importancia en el desarrollo comercial de la flor de *A. majus* (Miller, 1962, Munir *et al*, 2004a).

El cultivo de flor en esta condición ocupa mayor superficie y representa costos de producción menores a los considerados para el cultivo protegido como el empleo de equipos especializados e invernaderos tecnificados, entre otros (Hammer, 2003; Shang, *et al*, 2003). Sin embargo, el elevado nivel de exposición a los efectos del ambiente y la poca manipulación del mismo, obliga al uso de cultivares y especies con requerimientos específicos del suelo, del agua, de la temperatura y luminosidad, así como de la implementación oportuna de prácticas culturales de manejo como la nutrición y el combate de plagas y enfermedades (Sanderson y Link, 1966; Starman *et al.*, 1995; Hammer, 2003).

Los trabajos realizados por Raulston (1970), constituyen las pocas evidencias escritas que refieren a la evaluación de cultivares de perrito en diferentes épocas del año en condiciones de intemperie. Dichos reportes hacen evidente, tras la evaluación de 22 cultivares de los grupos I, II, III y IV, que el desarrollo de los tallos florales fueron modificados significativamente durante la época de cultivo por la radiación y la temperatura incidentes (Raulston, 1970; Gutiérrez, 2003).

2.5.3. Prácticas culturales

2.5.3.1. Selección de cultivares

La selección de cultivares para la producción de *Antirrhinum majus* L. se basa en la respuesta del crecimiento y las respuestas florales con respecto de la temperatura y la duración del día. Los cultivares del grupo I florecen en el invierno y principios de la primavera. Los cultivares del grupo II florecen a finales del invierno y de la primavera. Los cultivares del grupo III florecen a finales de la primavera y del otoño. Los cultivares del grupo IV se reproducen en el verano (Hanrick, 2003). Dicha respuesta de grupos está basada con respecto de las condiciones climáticas del Norte de América y es utilizada en Europa (Cockshull, 1985). La producción de líneas de perrito varía considerablemente con respecto de la vida postcosecha, la cuál se puede incrementar en viveros (Starman, 1995).

2.5.3.2. Establecimiento del almácigo

A principios de este siglo los perritos se propagaban principalmente por esquejes, actualmente se producen por semilla, facilitándose así su cultivo. Las semillas para su germinación requieren en verano un sistema de propagación con rocío; las temperaturas óptimas para lograr este proceso son de 20-21 °C (Cathey, 1969).

La germinación se logra a los siete días después de la siembra; la combinación de las condiciones frescas y secas aunado a las altas intensidades de luz dan como resultado la emergencia de la planta; la iluminación complementaria acelera su crecimiento en el semillero hasta un tamaño de transplante (Petersen, 1955).

El transplante se hace cuando ha desarrollado el primer grupo de hojas verdaderas (nomófilos) y las plántulas alcanzan de 1 a 3 cm de altura, etapa en la cuál la pérdida de agua por transpiración es mínima y las raíces captan rápidamente los requerimientos de humedad para su desarrollo (Delworth, 1946). El tiempo requerido de la siembra a la cosecha varía dependiendo del cultivar y de las condiciones del ambiente (Rogers, 1992; Gutiérrez, 2005)

2.5.3.3. Fertilización

Aunque la fertilización es importante para todas las plantas Howland (1946), mencionó que el *Antirrhinum majus* L. requiere de pocos nutrimentos, comparado con otros cultivos como, las rosas (*Rosa spp.*) y las nochebuenas (*Euphorbia pulcherrima*); Sanderson (1975) sugirió utilizar la mitad de 100 mg·L⁻¹ de nitrógeno y potasio si se le administra fertilización líquida constante. Boodley, (1998) y Roman (2001) indicaron diluir y aumentar el número de las aplicaciones considerando 100 a 150 mg·L⁻¹ o 50 mg·L⁻¹ de nitrógeno diariamente utilizando la fórmula 20-20-20.

Rojas (2005) reportó que existen cambios considerables en los esquemas comerciales recomendados de fertilización que van de los 100 a los 300 mg·L⁻¹ de nitrógeno durante todo el periodo de cultivo. También sugiere las formulaciones 20-20-20 y 12-12-12+2 Mg, debido a que obtuvo inflorescencias con categoría Especial (la clasificación más alta para esta especie según la SAF) durante la evaluación de fertilizantes minerales y biológicos en la producción comercial de los tallos de *Antirrhinum majus* L. para flor de corte; con respecto a la complementación orgánica

de *G. mosseae* y *G. intraradices*, en los esquemas de fertilización de perrito, encontró incremento en la calidad comercial SAF aplicando $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de N en combinación con ambos hongos micorrízicos arbusculares (HMA); no obstante, la calidad de los tallos florales fue superior con las formulaciones minerales en comparación con los biofertilizantes.

Se deben tomar precauciones con respecto a las aplicaciones de fertilizantes, ya que, la deficiencia de nitrógeno provoca el achaparramiento de las plantas y tornan de un color verde amarillo en el follaje y el fósforo origina un enanismo y un color verde oscuro en las hojas jóvenes, así como, una coloración morada en el envés de las hojas viejas Haney (1961), y la sobrefertilización de nitrógeno ocasiona un crecimiento de follaje excesivo (Sanderson, 1975).

2.5.3.4. Riego

Entre las sustancias necesarias para el crecimiento de las plantas, el agua es el elemento que se utiliza con mayor medida. No obstante, solo el 5% de la que entra en las plantas se queda en los tejidos y el 95% pasa a la atmósfera por medio de la transpiración de las hojas (Alpi y Tognoni, 1999).

En la práctica del riego es importante la determinación del momento oportuno para la aplicación y la cantidad de agua a proporcionar en cada riego, tomando en cuenta el estado de carencia hídrica de los tejidos de la planta, del contenido de humedad del suelo y de la insolación (Barrs, 1968).

La aplicación de riego durante la germinación de las semillas de *Antirrhinum majus* L. se realiza mediante una nebulización diaria hasta dejar húmedo el sustrato; después del transplante se realiza un riego cada tercer día durante todo el ciclo de cultivo (Cathey, 1969).

2.5.3.5. Plagas, enfermedades y control

Los *A. majus* son una de las especies que son poco atacadas por las plagas, aunque, se debe tener cuidado con los pulgones, los ácaros rojos y las larvas de gusano medidor (Poe, 1971). Poe (1971) sugiere, de acuerdo con el Acta Federal de Control Ambiental de Pesticidas, que se pueden utilizar los siguientes productos

químicos para el control de insectos y de ácaros en el cultivo de perrito: Aldicarb, Endosulfan y Oxydemetonmetilo (para pulgón); Dicofol y Pentac (para araña roja); *Basillus thuringensis* y Triclorfon (para gusano medidor); sin embargo, reporta no realizar aplicaciones de malation, nicotina, pirofosfato de tetraetilo, azufre y chlorobenside para el control de plagas y enfermedades debido a que son nocivos para éste cultivo.

Las enfermedades más comunes de los perritos son el Tizón causado por *Botrytis* y el mildiú veloso que se desarrollan en los lugares húmedos con poca luz, y la cenicilla polvorienta que se desarrolla en las áreas secas soleadas (Raabe *et al.*, 1970). La *Alternaria* y *Helminthosporium* son dos de las nuevas enfermedades que atacan a los perritos en Florida, ocasionando síntomas similares a los provocados por *Botrytis* como masas de moho gris y esporas en la superficie del tejido atacado (Engelhard, 1971). *Cercospora antirrhina* o roya fue un problema serio para los floricultores de Carolina del Norte desde los años 50 y 60's, debido a que era difícil la erradicación del hongo, ya que sobrevive en hojas secas infectadas durante 14 meses y en hojas sobre el suelo 3 meses (Porter y Aycocock, 1967). Porter y Aycocock, (1967) y Raabe *et al.*, (1970) recomendaron como medida preventiva, la limpieza total de las fuentes de inóculo, así como la aspersion de fungicidas como Benomilo u Oxicarboxino antes de la siembra y a los primeros síntomas de la enfermedad.

2.5.3.6. Cosecha

La fase óptima de desarrollo de las flores de corte depende de la especie, el cultivar, la época del año, la distancia del mercado y del gusto del consumidor (Halevy y Mayak, 1981). Rogers (1973) mencionó que las flores cortadas a pesar de que son parte viviente y metabolitamente activa de una planta, sufren del envejecimiento al igual que la planta completa, sin embargo, al ser separadas de la planta se deterioran más rápido, debido a que al momento de ser cortadas se elimina el suministro natural de los nutrimentos necesarios para su metabolismo funcional.

Es importante conocer el momento oportuno para el corte de esta especie, ya que, esto evitaría una cosecha prematura, lo cuál puede conducir a una pobre coloración, desarrollo y tamaño de la flor, una vez que las inflorescencias son cortadas (Hamrick, 2003); por lo que es necesario desarrollar un conocimiento específico de

las condiciones ambientales y de los cultivares utilizados para la práctica de cultivo respectiva (Pramuck y Runkle, 2003a).

El punto de corte o madurez comercial en el manejo de perrito (Fig. 5), se considera cuando dos terceras partes de las flores contenidas en la inflorescencia se encuentran abiertas y mostrando una coloración (Rogers, 1992), o cuando al menos cinco o siete flores se han abierto (Hamrick, 2003). Aunque la madurez comercial puede variar dependiendo de los diferentes genotipos (Warner y Erwin, 2005).

2.6. Fenología de ornamentales de flor de corte

La fenología se define como, la rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y de su relación con las condiciones ambientales (De Fina y Ravelo, 1973). Es decir, es la modificación de apariencia que toleran las plantas durante las estaciones y está establecido por los factores físicos del ambiente y de los mecanismos de regulación internos de las plantas y proporciona información sobre los ritmos biológicos como la floración (Wbeymar y Florez, 2006).

Los cultivos de las ornamentales producidos en la industria de la flor de corte pueden ser plantas anuales, bianuales o perennes que forman tallos florales continuamente, con variaciones en la cantidad y la calidad de acuerdo al género o especie, exhibiendo estadios de desarrollo después de su establecimiento que van desde la yema axilar que brota siendo la base estructural de la planta y de la producción de flores, hasta un tallo listo para cosecharse. Las yemas localizadas en las hojas superiores del tallo son más generativas, mientras que las yemas inferiores son vegetativas (Wbeymar y Florez, 2006).

El ciclo del tallo floral varía entre los géneros y a veces entre las especies; por ejemplo en rosa va de 10 a 11 semanas (Hoog, 2001). Se considera que la mitad del periodo es crecimiento vegetativo y la otra mitad reproductivo. El ciclo vegetativo se divide en la inducción del brote y en el desarrollo del tallo floral, presentando en la mayoría de los casos su color característico. El crecimiento reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral, mostrando la flor su coloración hasta alcanzar su apertura comercial que indica el momento de su corte (De Fina y Ravelo, 1973).

Gonclaves (2006) propone una escala fenológica que corresponde para la etapa 0 al establecimiento de la semilla (siembra); etapa 1 a la emergencia de la plántula cuando los cotiledones están fuera del sustrato; etapa 2 a la aparición de el primer grupo de hojas verdaderas; etapa 3 cuando se origina el segundo par de hojas verdaderas; etapa 4 cuando se visualiza la yema apical reproductiva; la etapa 5 es considerada con la abertura de la primera flor; etapa 6 es establecida cuando el 50% de las flores están abiertas; etapa 7 con el 90% de flores abiertas y etapa 8 cuando las flores están senescentes. La duración de cada etapa está en función del genotipo, así como de las condiciones ambientales.

La velocidad con la que se desarrollan las yemas hasta convertirse en tallo floral está influenciada por la combinación de los factores como la temperatura, luz, la humedad relativa, entre otros (Valdez *et al.*, 2006). La producción puede ser en condiciones de intemperie y en invernadero; una alternativa para aquellas cuya reproducción es difícil en condiciones naturales como las orquídeas, es el cultivo *in vitro* (Derbergh, *et al.*, 1987). Los requerimientos ambientales y de manejo para lograr la calidad del tallo floral son con base en el género, la especie o la variedad; sin embargo, es importante considerar los umbrales de desarrollo inferior y superior que requiere cada organismo para su crecimiento y su diferenciación (Wbeymar y Florez, 2006).

2.7. Desarrollo de las plantas

El desarrollo de la planta involucra los procesos de crecimiento y de diferenciación, debido a que ambos especifican el tamaño y la funcionalidad determinada de la célula, del tejido o del órgano en forma ordenada, que lleva a un aumento irreversible de la masa, del peso o volumen de un organismo, del tejido o de la célula y un cambio predecible de la forma. El crecimiento es el cambio cuantitativo que puede medirse como peso seco, peso fresco, longitud, área, volumen, entre otros; mientras que la diferenciación son modificaciones en su forma y actividad fisiológica; este proceso permite la existencia de estructuras y funciones determinadas de las células en lugares específicos de la planta como en las hojas, los tallos, las raíces, el xilema, los estomas, etc., (Salisbury y Ross, 1994).

El crecimiento se inicia con un grupo de células con capacidad de reproducirse continuamente llamado meristemo, el cual puede hallarse en la punta de la rama o de las raíces, lateralmente en las axilas de las hojas y son las responsables del crecimiento longitudinal de la planta. También existen meristemos dentro del tronco o de la raíz, que facilitan el crecimiento en grosor (Díaz, 2002; Salisbury y Ross, 1994; Moorby y Milthorpe, 1982).

El crecimiento inicia cuando las células incrementan de tamaño por su aumento plasmático, es decir la síntesis o formación de protoplasma; si la célula subsiste meristemática duplica su masa y continúa dividiéndose nuevamente y si está destinada a crecer o especializarse, entonces se extiende por elongación hasta aumentar su volumen debido a la absorción de agua y de la formación de más pared celular. Posteriormente su expansión se reduce y empieza a manifestar modificaciones produciendo células diferentes que en conjunto constituyen un cierto tejido que a su vez formará un órgano. En general el crecimiento y la diferenciación suceden al mismo tiempo (Díaz, 2002; Taiz y Zeiger, 2002; Salisbury y Ross, 1994; Moorby y Milthorpe, 1982).

2.7.1. Anatomía del meristemo apical

Los meristemos son grupos de células no diferenciadas que tienen la capacidad de multiplicarse continuamente. Ésta característica es regulada por factores como el clima, condición hídrica, nutrimental y por la presencia de hormonas, donde las giberelinas, citocininas y auxinas tienen función estimulativa. El meristemo apical es la zona inicial del crecimiento de la planta, compuesta de células “iniciales” que son el inicio de todas las células y las “derivadas” que se originan de las anteriores y se dividen en forma activa debajo de ellas (Díaz, 2002; Salisbury y Ross, 1994).

Las células iniciales que componen el ápice se encuentran en dos o más capas conocida como “túnica”, con crecimiento autónomo y división en plano perpendicular (arriba o abajo) al área del meristemo; debajo de la túnica está el corpus; zona compuesta de células que se dividen en varios planos formando así el cuerpo del meristemo incrementándolo en volumen. El sitio morfológico donde se ubica el meristemo apical en las ramas se denomina yema, la cual se considera como tallo comprimido; el tejido meristemático está cubierto por estructuras suaves, coriáceas o

pubescentes conocidas como escamas. La activación del meristemo localizado en la yema da origen al follaje rudimentario, a las hojas y a las partes florales o ambas hasta culminar al crecimiento y reproducción de la planta (Díaz, 2002; Taiz y Zeiger, 2002; Salisbury y Ross, 1994).

2.7.2. Emisión de hojas (nomófilos y plastocrono)

Los nomófilos comúnmente llamados hojas son los órganos de la planta que tienen la función de la síntesis de la clorofila y de la transpiración; se generan a partir del hipocótilo y la plúmula del embrión durante la germinación de la semilla o mediante el desarrollo de las yemas (apicales y laterales) en la reproducción vegetativa; emergen lateralmente del tallo o de las ramas, son de crecimiento limitado y de forma laminar e integran la estructura vegetativa de la planta; anatómicamente están compuestas por la cutícula, que la protege contra la pérdida de agua; los estomas donde hay intercambio gaseoso (dióxido de carbono, oxígeno y vapor de agua con la atmósfera); en el mesófilo existe fotosíntesis y en el xilema y floema se conducen el agua y los fotosintatos. Las hojas basales contienen más cloroplastos y más mesófilo que las apicales, por lo tanto, la fotosíntesis es más eficiente siempre que estén bien iluminadas. Las funciones principales son la fotosíntesis, la respiración, la transpiración y la conducción (Díaz, 2002; Thomas-Domenech, 1975; Esau, 1977).

La producción de hojas en la planta esta determinada por la combinación de factores ambientales (luz, temperatura, etc.) e internos de la planta (área foliar, edad, etc.) así como de las prácticas de manejo (nutrición, riego, etc.) (Esau, 1977; Díaz, 2002). Gutiérrez y Jiménez (2007) indican que la producción de hojas en las plantas de ornato, como la palma, esta controlada por la disponibilidad de la luz y son importantes porque determinan la calidad del follaje (tamaño y color de las hojas) y el rendimiento. Mientras tanto, Rojas (2005) indica que el estado nutrimental de la planta de *A. majus* es fundamental para la producción de las hojas, debido a que a mayor concentración de NPK se promovió la emergencia de hojas al obtener con el tratamiento 20-20-20, 63 hojas mientras que con las formulaciones 12-12-12+2 Mg y el testigo obtuvo 53 y 51 hojas respectivamente.

Estreck, *et al.*, (2005) definen plastocrono como el intervalo de tiempo entre la aparición de nudos sucesivos en tallos de plantas dicotiledóneas; Ericsson &

Michelini (1957) mencionan que el término intervalo de plastocrono es el tiempo entre la iniciación de dos hojas consecutivas en el tallo de las plantas mayores, además, reconocieron que cuando dos plastocronos consecutivos son de igual duración, el intervalo del plastocrono puede servir como la unidad fundamental de una escala cuantitativa de desarrollo de tallos en una planta, sin embargo la duración media anual en días de un intervalo de plastocrono es una característica de cada especie.

Stein y Stein (1960) señalan que plastocrono se le puede llamar al intervalo entre una diversidad de fases correspondientes en el desarrollo de las hojas sucesivas, como la iniciación de las divisiones periclinales en los lugares de origen de los primordios, el comienzo del crecimiento apical de un primordio o el inicio de la lámina; así como también puede usarse con referencia al desarrollo de los entrenudos y de las yemas axilares, a las etapas de vascularización del brote y al desarrollo de las partes florales. Finalmente, refiere plastocrono como el desarrollo de la planta como un conjunto, que se puede emplear para determinar la edad de la planta y que los ejemplos mas apropiados para relacionar el término plastocrono se da en las plantas dicotiledóneas con hojas opuestas como *Lonicera*, *Coleus*, *Vinca*, *Ligustrum*, *Syringa* y otras.

2.7.3. Proceso de Floración

La floración es el proceso genéticamente programado, que se presenta en momentos y en partes específicas de la planta en condición fisiológica apropiada y cuyo proceso comprende los eventos de la inducción, la iniciación y la diferenciación floral (Buban y Faust, 1982; Díaz, 2002), que debido al patrón de crecimiento y diferenciación que muestran las plantas, este depende de los factores internos, los bióticos, los abióticos, los de manejo y su interacción (Avitia y Castillo, 2007). Con respecto de los factores del medio entre los que destaca la luz, son captados en las hojas y controlan la producción de un estímulo floral transmitido hacia los meristemas apicales; en consecuencia, los ápices vegetativos se diferencian hacia primordios florales (Aukerman y Amasino, 1998).

2.7.3.1. Inducción floral

La inducción floral es el conjunto de procesos fisiológicos que originan que las células del meristemo vegetativo inicien la formación de antófilos en lugar de nomófilos (Díaz, 2002). En tanto, Buban y Faust (1982) señalan que la inducción puede ser considerada como el proceso durante el cuál la información previamente reprimida está siendo traducida para formar una nueva estructura, es decir la yema floral.

La inducción de una yema a flor, es el cambio cualitativo que se produce en el interior de su meristemo apical, consecuencia de variaciones en la distribución de los nutrimentos y probablemente de un balance hormonal (o ambas); aunque no se conoce ninguna sustancia química que actúe como mensajero en el desarrollo de flores (Buban y Faust, 1982; Díaz, 2002). Debido a que el periodo de crecimiento es limitado en tiempo, la producción de nudos es un factor determinante de la inducción floral (Buban y Faust, 1982). Este evento es importante en el desarrollo y sobrevivencia de una especie, si no sucede no habrá flores en la planta y la reproducción sexual se vería afectada al igual que la diversidad genética; además la posibilidad de una producción comercial se disminuiría (Díaz, 2002). La inducción floral es controlada de manera natural por los factores ambientales, los ontogénicos y los fisiológicos (Bernier, 1988); actualmente la tecnología agronómica desarrollada ha permitido alterar el ritmo de la producción de flores y frutos en las plantas; en este sentido la inducción floral es el resultado de un proceso que asocia diversas prácticas culturales entre las cuales está la nutrición, en los cultivos ornamentales, los frutícolas, entre otros (Castelán-Estrada y Becerril-Román, 2004).

De igual forma Bernier *et al.* (1981) indicó que la inducción del primordio floral incluye desde la percepción del estímulo del ambiente (luz) que es debido al fitocromo, la medición del período oscuro (escotoperíodo) hasta la síntesis del mensajero químico (hormona), con lo cuál se dice que la hoja y la planta están inducidas. Después de la inducción, procede la transición del estímulo de la hoja a la yema no diferenciada, en donde se realiza la evocación y la diferenciación de primordios florales.

2.7.3.2. Iniciación a floración

La iniciación floral es la etapa intermedia donde el meristemo vegetativo recién inducido cambia de su forma puntiaguda a una redonda o en forma de domo (Díaz, 2002); esto representa los primeros cambios morfológicos perceptibles como una organización diferente del meristemo y que en algunas especies se caracteriza por la disminución del número de capas de la túnica, así como por el aplanamiento del domo meristemático (Rodríguez, 1989; Pimienta, 1985).

En perrito la iniciación floral está basada en cambios de las yemas laterales, de vegetativas a reproductivas. Las yemas vegetativas son distinguidas fácilmente por su forma simétricamente redondeada, lados paralelos y su localización en el nomófilo, mientras que las yemas florales se encuentran en las axilas de las brácteas (o hipsófilos) caracterizadas por su pubescencia, tienen ápices redondeados, torcidos más hacia un lado y en forma asimétrica (Fig. 2). El cáliz es visible a los 5 días y las partes florales básicas aproximadamente a los quince días después de la aparición de la primera yema floral (Maginnes y Langhans, 1961).

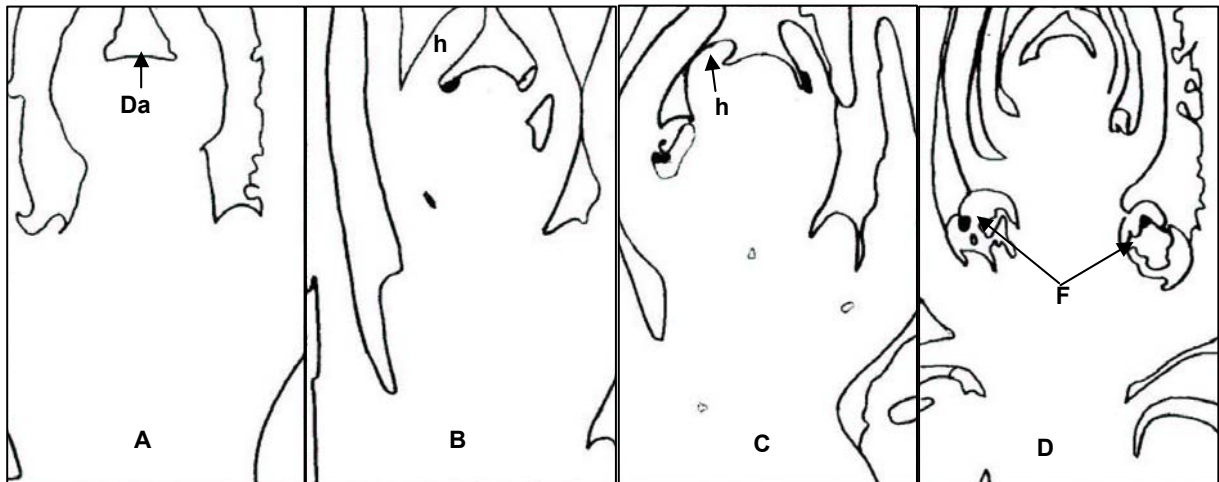


Figura 2. Modificado de Bradley, D. *et al.* 1996. Vías de la inflorescencia e inducción floral en *Antirrhinum majus* L. Apariencia Morfológica del meristemo floral a los 28 días (A, domo aplanado: Da), a los 32 días (B, formación de primer hipsófilo o bráctea: h), a los 36 días (C, formación de hipsófilos subsecuentes: h) y a los 44 días (D, diferenciación de flores en las yemas axilares de los hipsófilos: F) después de la germinación.

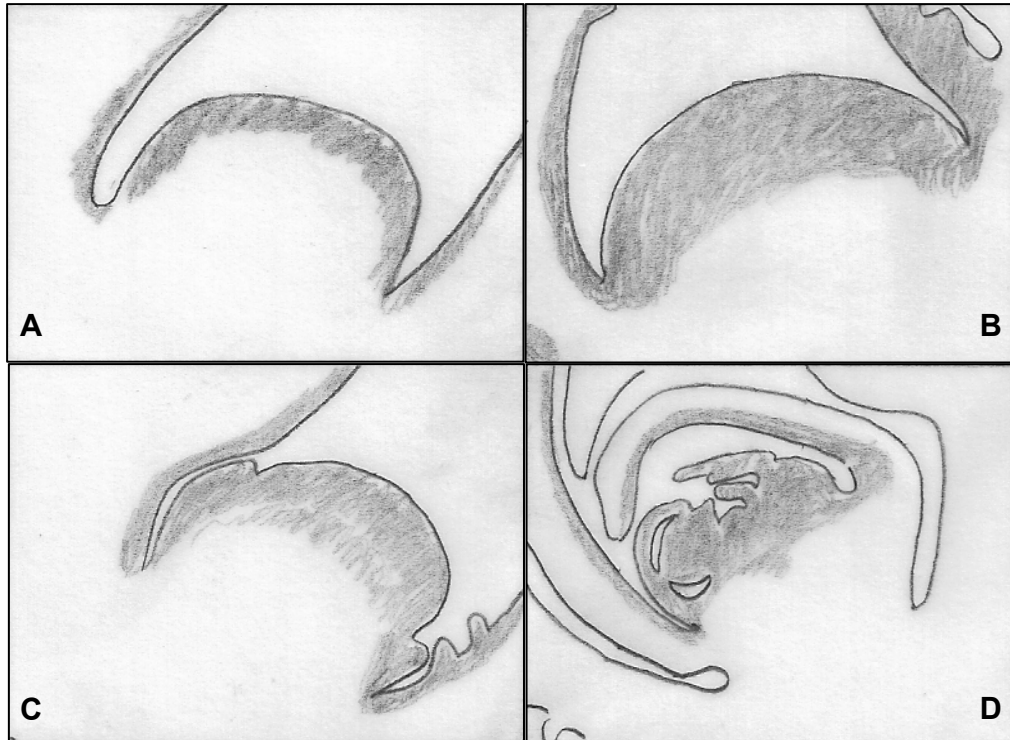


Figura 3. Modificado por Maginnes y Langhans, 1961. Iniciación floral de *Antirrhinum majus* L. A: Yema vegetativa. Muestra la simetría alrededor del domo y paralelo a los lados. 186x; B: Yema floral asimétrica. 186x; C: Yema floral con protuberancias del cáliz sobre los lados. 123x; D: Yema floral mostrando partes de la flor (bracteas, cáliz, corola, placenta central. 24x).

Según Bradley *et al.*, (1996) la presentación de flores en escapo y la inflorescencia requiere la integración de varios aspectos de comportamiento meristemático. En *Antirrhinum*, la inflorescencia puede distinguirse por sus flores, su pubescencia, sus hojas modificadas (hipsófilos), sus entrenudos cortos y su filotaxia en espiral (Fig. 3).

Esau (1977) mencionó que en *Antirrhinum majus* L., cuando el meristemo apical entra en el estado reproductivo, experimenta cambios morfológicos más o menos conspicuos. Estos cambios están relacionados con el modo alterado de producción de apéndices laterales después de que el crecimiento indeterminado del estado vegetativo cesa. Durante el último cambio el meristemo apical crece hacia arriba y a lo ancho antes de que un nuevo plastocrono foliar se inicie. (Fig. 4). Durante el desarrollo de la flor en contraste el área del meristemo apical gradualmente disminuye conforme las partes florales son visibles.

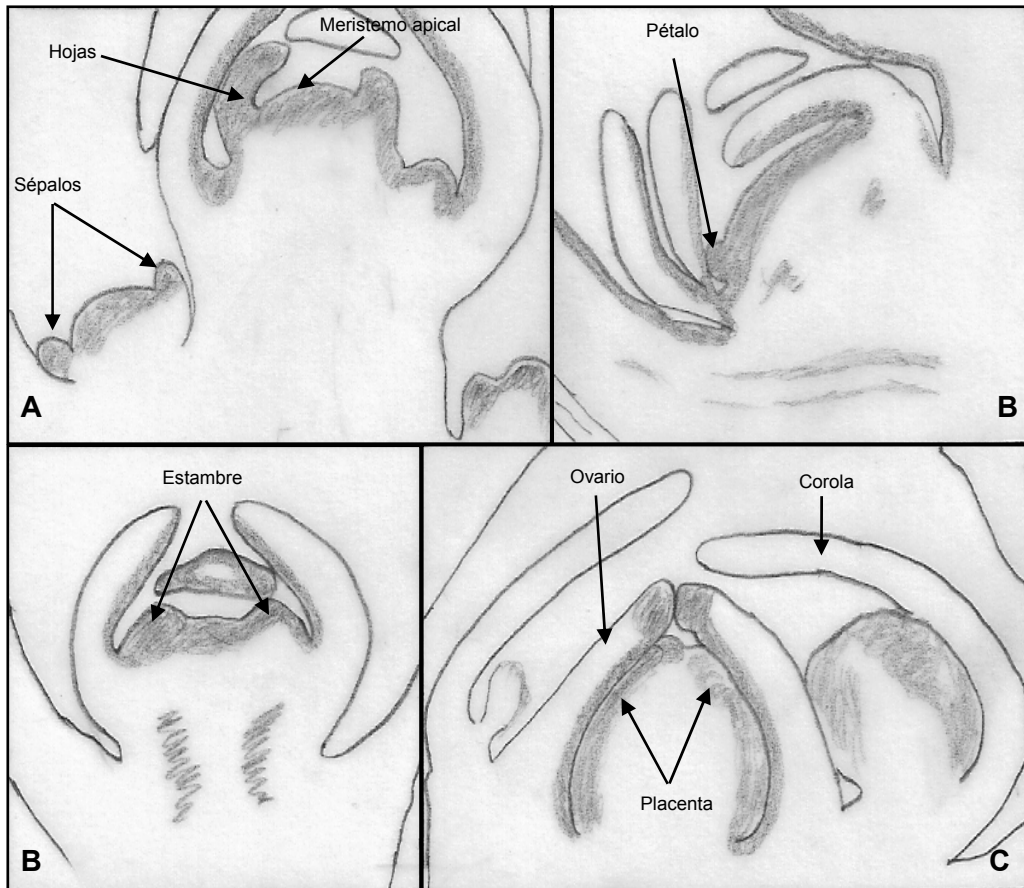


Figura 4. Modificado de Esau, K. 1977. Estados de desarrollo de la flor de *A. majus* L. A: Apices vegetativo (arriba) y floral (derecha e izquierda abajo del vegetativo); B: Flor con sépalos y primordios de pétalos; C: Corte de la flor mostrando el primordio del estambre; D: Flor con gineceo, estilo aún no prolongado.

2.7.3.3. Diferenciación floral (organogénesis)

La diferenciación floral implica cambios histológicos, morfológicos, histoquímicos, fisiológicos y bioquímicos en los ápices, resultando en el desarrollo de los primordios florales que después se convierten en las partes visibles de una flor (Bernier *et al.*, 1981; Buban y Faust, 1982). En este proceso, figuran los cambios morfológicos para formar las distintas partes florales como los sépalos, los pétalos, los estambres y el gineceo (Díaz, 2002).

El primer cambio de la diferenciación floral es que el meristemo inducido e iniciado pasa de su forma puntiaguda a una forma redondeada, lo cuál ocurre de manera similar en todas las angiospermas. El proceso completo de la diferenciación floral tiene una duración diferente entre las especies (Díaz, 2002).

2.7.4. Acumulación de biomasa fresca y seca

El área foliar ha sido correlacionado con la producción de biomasa seca, el metabolismo de carbohidratos, el rendimiento, la eficiencia fotosintética y la calidad de la cosecha (Bugarín *et al*, 2002; Diaz, 2002). Una disminución del área foliar durante la emergencia de la flor se ve afectado en el tamaño de esta; entre menor sea el follaje mayor será el efecto negativo en el cultivo (Díaz, 2002). Gutiérrez (2003) encontró que los genotipos de perrito de la serie Potomac (de verano) expresaron mayor tasa fotosintética que los cultivares de invierno de la serie Maryland (8.8 vs 6.6 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ respectivamente). Las plantas de esta última mostraron menor cubierta vegetal en comparación con los cultivares de la serie Potomac.

Estudios sobre los diferentes niveles de fertilización mineral y biológica en *Antirrhinum majus* L. realizados por Rojas (2005), mostraron que a mayores concentraciones de NPK (20-20-20; 12-12-12+2 Mg y testigo) mayor acumulación de biomasa fresca y seca. Reflejando una tendencia en orden de importancia en el tallo, la hoja, la flor y la raíz, independiente del tratamiento. La respuesta a la mayor acumulación de biomasa seca entre los diferentes tratamientos fue de 10.7, 8.4 y 4.8 g, respectivamente. En los tallos obtuvo 4.8, 3.7 y 2.5 g mientras que en hojas 3.4, 2.4 y 1.2 g, en ese mismo orden. La relación parte aérea y parte radical fue de 7:1 con la formulación 20-20-20 y de 6:1 con el resto de los tratamientos.

El cálculo de los incrementos de biomasa fresca se realizó cosechando la planta completa o la parte de interés y pesándola inmediatamente antes de que pierda el agua. Esto nos da la materia fresca, que es una cantidad variable, ya que depende del estado hídrico de la planta, a menudo una hoja tiene mayor masa fresca por la mañana que al mediodía, simplemente a causa de la transpiración. Por otro lado, la biomasa seca de una planta se obtiene secando el material recién cortado durante 24 a 48 horas a temperaturas entre 70 y 80 °C. Sin embargo, es probable que la hoja que tiene menor biomasa fresca en la tarde tenga mayor biomasa seca porque fotosintetizó y absorbió sales minerales del suelo durante la mañana (Salisbury y Ross, 1994).

2.8. Ambiente de Desarrollo

El ambiente de desarrollo está influenciado por la incidencia temporal de los factores: temperatura, humedad y la radiación (Faust *et al*, 2005). Asumiendo que el abasto de agua y nutrimentos es óptimo, los factores con mayor efecto sobre el desarrollo de las plantas en general son la luz y la temperatura (Hanan, 1998). Es común que a intervalos de temperatura que van de los 10 a los 20 °C afectan positivamente el desarrollo de los cultivos ornamentales; con respecto a luminosidad, Gutiérrez y Reyes (2005) indican que a mayor luminosidad se promueven mayor actividad fotosintética, mejor calidad de flores y un acortamiento del ciclo de cultivo de ornamentales importantes como en las rosas, crisantemos, etc.; mientras que en condiciones limitantes estos procesos fisiológicos se ven perturbados (Gutiérrez y Reyes, 2005). Los efectos individuales o combinados de estos factores determinan de manera directa las condiciones prevalecientes en el ambiente de crecimiento ya sea en la intemperie o en cultivo protegido (Hammer, 2003).

Los efectos de variaciones en la longitud del día, la radiación total y la temperatura influyeron en las etapas fenológicas de desarrollo como la prolongación e interrupción de la fase de crecimiento vegetativo en *Impatiens*, *Catharantus* y *Chrysanthemum* (Faust, 2003; Hamrick, 2003), así como la inducción a floración de *A. majus* L. (Cockshull, 1985), el número y el tamaño de las flores, la promoción de la ramificación lateral, la elongación de la inflorescencia, el tamaño o porte final de la planta y la duración del ciclo comercial de *Angelonia angustifolia* (Armitage *et al.*, 2000).

Es conocido que el crecimiento y el desarrollo de las especies ornamentales es controlado comercialmente mediante la implementación de ciertas prácticas de manejo (nutrición, riego, control de plagas y enfermedades, entre otras) combinadas con los diferentes niveles de manipulación del ambiente de desarrollo, entre las que destacan la luz y la temperatura (Hamrick, 2003). En este contexto, el monitoreo y registro de valores acumulables de luz y temperatura adquieren hoy en día mayor importancia en el manejo comercial de las ornamentales (Niu *et al*, 2001). Conocer la condición ambiental que prevalece en cada ciclo de cultivo permite seleccionar oportunamente el cultivar adecuado de *Antirrhinum majus* L., manejar

adecuadamente el cultivo para incrementar la calidad comercial de las inflorescencias y evaluar la producción como una alternativa viable para la industria de flor de corte (Miranda y Gutierrez, 2005; Gutiérrez y Reyes, 2006).

Debido a que los valores tradicionales de la luz y la temperatura están adquiriendo menor importancia por no proporcionar la longitud del día, los intervalos de sombra y los consecuentes cambios del ambiente durante el día (Warner y Erwin, 2005), actualmente son empleados en el manejo de ornamentales como herramientas para la cuantificación o descripción de la cantidad de energía radiante o térmica que incide sobre el cultivo, la acumulación diaria de luz (ADL) y los grados día de desarrollo (GDD) que son usadas para detallar la cantidad total de luz y de temperatura recibida en un ciclo o evento fisiológico determinado. (Niu *et al*, 2001). Es decir, el aporte total o integral lumínico ($\text{moles}\cdot\text{día}^{-1}$) y térmico ($\text{grados}\cdot\text{día}^{-1}$) observado a lo largo del día, de la semana, del mes, del año o del ciclo completo de cultivo (Neil y Erwin, 2004); ya que permiten determinar en forma directa las condiciones presentes en el ambiente de desarrollo de los cultivos, sea a cielo abierto o protegido (Hammer, 2003).

En *A. majus* específicamente la longitud del día, la intensidad lumínica y la temperatura son importantes en el control de la floración de los tallos florales así como en la tasa de crecimiento y la duración del ciclo comercial del cultivo (Magines, 1964; Hanan, 1998). En el cultivar Coronatte Yellow, la altura de la planta, el área foliar y la distancia entre nudos se observó afectado al ser modificada la calidad de luz incidente (Khattak y Pearson, 2005). En tanto, que la longitud del escapo floral, el número de flores y la velocidad de apertura de los mismos en el cultivar Chimes White, parecen estar controlados por la temperatura (Munir *et al*, 2004). Miranda (2007) obtuvo inflorescencias con calidad comercial de los cultivares de grupo I y IV a temperatura promedio de 16 °C y niveles de luminosidad arriba de los 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ durante el cultivo en condiciones de invernadero.

Para llevar adecuadamente el desarrollo de las plantas, es recomendable conocer los umbrales de desarrollo inferior y superior, ya que son parámetros exclusivos de los organismos que permiten conocer el intervalo óptimo de factores, como los ambientales (temperatura, luz, etc.) y los de manejo (riegos, nutrición, etc.), entre

otros y predecir el tiempo en que ocurrirá un evento fisiológico en su desarrollo y de esa manera lograr un buen funcionamiento fisiológico y en consecuencia, una explotación comercial redituable (Wbeymar y Florez, 2006). Por ejemplo, si se trata del efecto de la temperatura para el desarrollo de las plantas, el umbral de desarrollo inferior es la temperatura por abajo de la que una especie detiene su desarrollo, y el umbral de desarrollo superior es la temperatura en que la tasa de desarrollo comienza a decrecer (Wbeymar y Florez, 2006; Universidad de los Andes, 2003).

Un ejemplo es lo obtenido por Miranda (2007) que durante el invierno evaluó cuatro cultivares del grupo I y dos del grupo IV en condiciones de invernadero ubicado en la zona de Texcoco, mostrando los cultivares del grupo IV tallos con 30% más peso, 10% mayor de longitud y diferencia superior de aproximadamente el 19% en el índice de calidad comercial que los cultivares del grupo I; sin embargo, los cultivares sobresalientes requirieron 25 días más para lograr la madurez comercial, a temperaturas promedio de $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $600\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. La condición ambiental en el interior del invernadero redujo hasta el 30% los niveles de la radiación con respecto de los registrados en la intemperie ($900\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), debido a la cubierta de vidrio de la infraestructura; sin embargo, estos fueron suficientes para promover la emisión de las inflorescencias en todos los cultivares de estudio.

Cabe mencionar que el clima que predomina en la región del Valle de Texcoco es templado sub-húmedo [Cb(wo)(w)(i')], con veranos frescos y largos, con régimen de lluvias en verano, con una precipitación anual de 645 mm y con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%. La temperatura media anual es de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin embargo, la temperatura media del mes más caliente es mayor de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ con escasa oscilación térmica (García, 1988). El tipo de suelo es en capas superficiales con texturas medias y con colores pardos, los cuáles están sobre capas de color negro, saturadas con agua. Estos suelos son ricos en materia orgánica, con altos contenidos de sales y de sodio, tienen problemas por su mal drenaje y son altamente alcalinos. La vegetación evidente en la mayor parte de los terrenos son especies de pastos como *Hilaria cenchroides*, *Bouteloua radicata*, *B. hirsuta* y *Abildgaardia mexicana* que se hallan en grupos. En forma separada hay *Prosopis juliflora*, *Acacia tortuosa* *Opuntia spp.*, y *Agave atrovierens*, y en toda el área se encuentra disperso el *Schinus molle*. En los terrenos planos se cultiva maíz (*Zea*

mays) y alfalfa (*Medicago sativa*), (Cachón *et al.*, 1974). Actualmente se utilizan para cultivos de hortalizas y forrajes.

Cuadro 2. Promedios de temperatura y precipitación mensual del municipio de Texcoco de 56 y 60 años respectivamente.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura promedio (°C)	12.6	14.1	16.4	18.0	18.7	18.3	17.4	17.3	16.8	15.6	14.1	12.6
Precipitación mensual (mm)	7.2	5.9	12.6	29.8	69.5	113.2	139.5	131.5	106.8	51.8	15.2	8.5

Modificado de García, 1988.

2.8.1. Temperatura

El crecimiento de las plantas es sensible a la temperatura. Cada especie o variedad posee en cualquier estado de su ciclo de vida, una temperatura mínima por debajo de la cuál no crece (temperatura base), una temperatura óptima, en la que la planta tiene tasa máxima de crecimiento y una temperatura máxima por encima de la cuál se suspende su crecimiento e incluso puede ser letal para la planta (Azcón-Bieto y Talón, 2000). La temperatura base difiere entre las especies y es posible que entre las variedades o inclusive entre los estadios de desarrollo o de acuerdo al proceso que se considere (UCLA, 2002; Pascale y Damario, 2004). En rosa la temperatura base es alrededor de 5 °C; sin embargo, la temperatura promedio de la producción y la estrategia de manejo influyen sobre el desarrollo de las plantas, aunque con frecuencia este efecto se combina con factores como la luz, la humedad relativa y el CO₂ (Pasian y Leith, 1994; Hoog, 2001).

Massante (1963), confirmó que la germinación de semillas de *Zinia elegans* se obtuvo tanto en la luz como en la oscuridad a una temperatura que varió de 10 a 35 °C; sin embargo, el mayor porcentaje de la germinación ocurrió entre 18 a 24 °C y a temperaturas abajo de 15.5 °C este fue menor (Metacalf y Sharma, 1971). En tanto, Gonclaves (2006) encontró que la temperatura base de la siembra hasta la primera flor abierta fue de 4.1 °C; de la primera flor abierta al 50% de flores abiertas (3.0 °C) y del 50% de flores abiertas a la senescencia (7.0 °C). Kamaha y Maguire (1992) indican que temperaturas abajo o arriba de las óptimas ocasionan inhibición de la actividad enzimática, como consecuencia que da la velocidad de síntesis de

proteínas y de otros procesos de la biosíntesis necesarios tanto para la germinación de semillas como para el desarrollo de las plantas.

Los cultivos desarrollados en el frío toman más tiempo para la floración y por lo tanto tienen mayor período de tiempo a la cosecha. Algunos cultivos ornamentales tolerantes al frío que tienen temperatura base de 4 °C como *Antirrhinum majus*, *Ageratum houstonianum*, *Campanula carpatica*, *Diascia spp.*, *Lilium longiflorum*, *Lilium spp.*, *Lobularia maritima*, *Nemesia strumosa*, *Pericallis x hibrida*, *Rudbeckia fulgida*, *Scabiosa caucasia*, *Schulumbergera truncata*, *Tagetes patula*, *Viola x witrockiana*, *Zigopetalum spp.*, son de mayor calidad comercial cuando se desarrollan a temperaturas moderadamente frescas (Runkle y Blanchart, 2006). Aunque, cultivos florícolas como la *Gardenia jasminoides*, *Browallia speciosa*, *Catharanthus roseus*, *Gerbera spp*, *Impatiens hawkeri* son favorecidos con temperaturas óptimas de crecimiento que van de los 10 a 29 °C. Dentro de este intervalo de temperaturas el crecimiento vegetal responde linealmente (Hamrick, 2003).

Molina *et al.*, (2004) demostraron que en *Crocus sativus* L. (Azafrán) de la familia Iridaceae, la temperatura es el principal factor que determina la tasa de crecimiento de los brotes, la iniciación floral y la emergencia de la flor. También demostraron que la temperatura óptima para la emergencia de la flor es más baja (17 °C) que para la formación de la flor (23-25 °C). Este hecho explica las diferencias en el momento de la iniciación floral en las localidades con climas contrastantes. La iniciación floral ocurre con el incremento de la temperatura por arriba de los 20 °C a finales de la primavera; no obstante, Munir *et al.*, (2004a) confirmaron que en *Antirrhinum majus* los requerimientos de temperatura de un cultivar no solo determinan el clima en que se producen mejor, sino la estación más adecuada para su cultivo, debido a que la temperatura tiene diferentes efectos en la floración y en el tiempo de cultivo de líneas mejoradas genotípicamente de esta especie. Magines *et al.*, (1964) mencionaron que la longitud del tallo, la longitud de la inflorescencia y el número de flores se incrementaron en *Antirrhinum majus* cv. Jackpot cuando la temperatura de cultivo disminuyó de 21 a 10 °C.

El cultivo de *A. majus* está clasificado en cuatro grupos de respuesta con requerimientos específicos de temperatura. Estudios indican que los cultivares de los grupos III y IV para alcanzar mayor vigor y calidad comercial en sus inflorescencias requieren de temperaturas que van de 14-25 °C día/13-16 °C noche y los 14-25 °C día/16 °C noche respectivamente; mientras que los cultivares del grupo I demandan 14-20 °C día/7-10 °C noche y los del grupo II necesitan 14-20 °C día/10-13 °C noche para su calidad comercial en las inflorescencias (Cuadro 1) (Cockshull, 1985; Hamrick, 2003).

Con base en la clasificación de respuesta de los grupos de perrito, temperaturas por debajo de los 7 °C y arriba de los 25 °C dan lugar a un cambio significativo en la tasa de crecimiento (Hamrick, 2003), aunque debido al desarrollo de algunos híbridos y variedades existen materiales que se producen fuera de este intervalo (Pan American® Seeds, 1998; Reid y Dodge, 2006).

La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos que requieren de acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estadio a otro en su ciclo de vida. La medida de este calor acumulado se conoce como tiempo fisiológico (Massignan, 1987; WMO, 1993) y este es comúnmente expresado en unidades denominadas grados-día.

2.8.1.1. Grados Día de Desarrollo (GDD)

El concepto de GDD parte de la existencia de una temperatura base en cada especie vegetal o cultivo y que cada grado arriba de esa temperatura corresponde a un grado día (Pereira *et al.*, 2002). Por ejemplo, la rosa tiene una temperatura base de 5 °C y si ésta permanece en 6 °C durante 24 h, entonces se habrá acumulado un grado-día (Cáceres *et al.*, 2003). En este sentido, Gonclaves (2006) obtuvo durante el estudio fenológico de *Zinia elegans* variedad 'Profusion Cherry' cultivada en ambiente protegido y manejando diferentes fechas de siembra, que en los meses más cálidos se acumularon 20 grados-día mientras que en los meses más fríos aproximadamente 15; lo que repercutió en la duración del ciclo de cultivo, es decir, en las siembras realizadas en las épocas cálidas, el cultivo necesitó de 65 a 70 días para completar su ciclo, mientras que en el tiempo más frío requirió de 90 a 98 días.

Lo que indica que a mayores grados-día existe acortamiento del ciclo de cultivo en esta especie y viceversa a menores grados-día el ciclo se alarga.

Debido a las modificaciones de las condiciones ambientales, los datos diarios de los factores del clima actualmente ya no son considerados de base para decidir sobre el manejo de los cultivos, entre los que sobresale la rosa por ser uno de los ornamentales de importancia económica; por esta razón se ha venido considerando el empleo de curvas de crecimiento y la técnica de grados día de desarrollo, con el objeto de pronosticar con más exactitud la fenología de las plantas y por ende, el momento de la cosecha de la flor (Gladioli *et al.*, 2000; Wbeymar y Florez, 2006).

De igual forma el índice de temperatura "GDD" es útil para predecir el crecimiento y el desarrollo de los cultivos, para clasificar las especies, las variedades o evaluar los climas y las combinaciones específicas de manejo de cultivos (Russelle *et al.*, 1984); para clasificar las plantas de acuerdo con su velocidad de floración, estimar la madurez de cosecha diaria (Bonhomme, 2000) y para modificar la velocidad de crecimiento, la cual es importante durante la formación de la flor y su calidad; conforme los GDD aumentan, el crecimiento vegetal se incrementa y conforme los GDD disminuyen el crecimiento vegetal decrece. Con estas variantes en los GDD el crecimiento observado mantiene respuesta lineal a incrementos o disminuciones de los GDD (Hamrick, 2003). Sin embargo, GDD elevados pueden inhibir el proceso de floración en Crisantemo (Whealy *et al.*, 1987). Cruz-Castillo *et al.*, (2001) registraron que el alcatraz requirió la acumulación de 1717 GD desde el transplante cuando las plantas median 15 cm de longitud hasta la presencia de de floración, con un punto crítico de 10 °C, considerando que esta información es útil para planear la producción floral y elaborar modelos fenológicos.

En el cultivo de *Zinia* durante la evaluación de 20 fechas de siembra a partir de febrero a junio de 2005 realizadas aproximadamente cada 7 días, se encontró en promedio que los requerimientos térmicos desde la siembra hasta la apertura de la primera flor fue de 838 GDD, con valores que oscilaron de 939 GDD (siembra de 4 feb) a 782 GDD (siembra de 8-abril), esta acumulación pudo ser debido a que las temperaturas oscilaron entre 24.4 °C (febrero-marzo) a 17.5 °C (mayo-junio); en tanto que para a la apertura de la primera flor y hasta obtener el 50% de las flores

abiertas necesitó 184.5 GDD y a partir del 50% de flores abiertas hasta la senescencia requirió 238 GDD. Durante este estudio Gonclaves (2006) consideró que la primera etapa fenológica (siembra-emergencia de la primera flor) es la más importante debido a que esta determina el punto de cosecha del cultivo y cuyos resultados indican que las siembras realizadas en febrero-marzo tuvieron mejores resultados en la altura de planta 16.5 cm y mayor número de inflorescencias (de 31.6 a 31.0) con respecto de las establecidas en mayo-junio (13.3 cm y de 28.9 a 15.4 cm respectivamente), con lo que comprueba que la capacidad de un ornamental para emitir botones florales esta en función del genotipo en combinación con las condiciones ambientales específicas.

De Fina y Rabelo (1973) señalaron que la temperatura media acumulada que necesita una especie vegetal para completar su ciclo biológico es una constante térmica y que uno de los métodos para obtenerla es el método residual, el cuál tiene la ventaja de no ser variable, ya que suma la temperaturas al cero vital, pues no toda la temperatura arriba de cero es útil para el desarrollo de la planta.

La aplicación de este método en estudios de fenología y desarrollo de los cultivos, la unidad calórica medida en grados-día, para la descripción y predicción de las etapas fenológicas ha mejorado, comparado con otros pronósticos como la época del año o el número de días. Para ajustar los datos mediante el modelo de los GDD se consideran los datos originales de temperatura diaria durante 24 h; se realiza un promedio para obtener una lectura diaria que, sumada a través del tiempo, representa el acumulado de la temperatura (Universidad de los Andes, 2003).

Neild y Seeley (1977) indicaron los ejemplos de uso de los grados día de desarrollo:

- a) Estimar el desarrollo del cultivo en diferentes localidades.
- b) Calcular el desarrollo de un cultivo en fechas de siembra diferentes.
- c) Predecir el desarrollo de diferentes genotipos.
- d) Estimar el desarrollo del cultivo en fechas de siembra futuras.
- e) Predecir el número de días para alcanzar una etapa de desarrollo determinada, y así saber cuando el cultivo se adelantó o se atrasó a su producción.
- f) Efectuar observaciones desde la siembra estándar para mejorar las predicciones de los GDD.
- g) Construir una cartografía de las etapas de desarrollo esperadas en una egión.

2.8.2. Luz

La luz es un importante factor ambiental que controla el crecimiento y el desarrollo de las plantas (Salisbury y Ross, 1994), la cual es capturada para sintetizar los carbohidratos que proporcionan la energía útil en el proceso de la fotosíntesis, el cuál estimula el desarrollo. La cantidad recibida en un segundo dado es llamada intensidad lumínica (Faust, 2003). La luz varía en intensidad, duración, longitud del día y calidad (condiciones de luz natural, artificial) y las plantas reaccionan en diferentes formas a cada uno de estos factores (Boodley, 1998). La radiación es un componente importante y variable del ambiente de la planta; una modificación en la intensidad de la radiación ya sea déficit o exceso, daría como resultado un cambio en los procesos fisiológicos de la planta como la fotosíntesis (Hale y Orcutt, 1987). En ornamentales influye positivamente en el periodo de tiempo que necesita una inflorescencia para su desarrollo (Hoog, 2001).

La determinación de la respuesta floral entre cultivares de *Antirrhinum majus* L. comerciales de flor de corte ha generado controversia (Gutiérrez, 2003), de acuerdo a su clasificación comercial estos pueden ser catalogados como plantas de día neutro (Grupos I y II) y de día largo (Grupos III y IV). Sin embargo, Cockshull (1985), indicó que todos los cultivares de *A. majus* son plantas facultativas de día largo ya que se pueden inducir a floración en días cortos y largos, tanto en invierno como en verano. Siendo la principal diferencia el número de hojas presentes por debajo de la inflorescencia al momento de alcanzar el punto de madurez comercial (Hedley, 1974; Rabinowitch *et al.*, 1976; Faust, 2003).

En el género *Lilium* una característica típica al crecer bajo una reducida radiación, producen tallos largos, los entrenudos se elongan y genera pedicelos y flores de mala calidad y usualmente ocasionan aborto floral en *Gladiolus* e *Iris*; sin embargo, altos niveles de luz pueden atrofiar el crecimiento y amarillear las hojas (Dole y Wilkins, 2004).

2.8.2.1. Acumulación Diaria de Luz (ADL)

Conocer la dinámica del ambiente se ha transformado en una herramienta de manejo y programación de los cultivos ornamentales (Warner y Erwin, 2005). La ADL en un período de 24 h es la variable útil relacionada con el crecimiento vegetal y la

respuesta a la floración. Cuando se incrementa la ADL generalmente se aumenta la acumulación de la materia seca, se acelera el desarrollo y se mejora la calidad final de la planta (Niu *et al.*, 2001).

La ADL mínima durante la floración puede provocar una floración incompleta o retrasarla en algunos cultivos de flor en maceta como Violeta africana (Fausey *et al.*, 2005). Mientras que incrementos en la ADL promueven mayor calidad de flores y acortamiento en el ciclo de cultivo de *Celosia argentea*, *Impatiens*, *Salvia leucantha*, *Tagetes pátula* y *Viola* (Pramuck y Runkle, 2003); afecta la iniciación a floración en *Hibiscus sp.* (Warner y Erwin, 2003); aumenta el número de flores en *Antirrhinum majus*, *Impatiens wallerana*, *Mimulus xhybridus* y *Torenia fournieri* (Warner y Erwin, 2005), *Archillea x millefolium*, *Gaura lindheimeri* y *Lavandula angustifolia* (Fausey *et al.*, 2005) y mejora numerosas características vegetales de la calidad tales como, la ramificación y la cantidad de flores (Faust, 2003); aunque los requerimientos de ADL varían considerablemente con las especies (Fausey *et al.*, 2005).

Estudios realizados por Fausey *et al.* (2005) en la floración y calidad de cultivos de *Achillea*, *Gaura* y *Lavandula* en condiciones de invernadero determinaron que con el incremento de ADL en *Lavandula* fue baja la acumulación de masa seca en los brotes y no hubo incremento en el número de flores aún cuando hubo aumento marcado en la calidad de la planta; es decir, el incremento en la calidad estuvo basado en la fortaleza del tallo, hábito, y color de follaje. La ADL no limitó la floración y tuvo poco efecto en el tiempo a floración.

De igual forma Faust *et al.* (2005) manejaron la ADL para cuantificar la respuesta sobre el desarrollo y la floración de *Ageratum*, *Begonia*, *Tagetes*, *Impatiens*, *Petunia*, *Salvia*, *Catharantus* y *Zinnia* encontrando que la materia seca total incrementó conforme aumentó la ADL de 5 a 43 mol·m⁻²·d⁻¹ en la mayoría de las especies excepto en *Begonia* e *Impatiens*, ya que estas la lograron cuando el incremento de la ADL fue de 12 a 19 mol·m⁻²·d⁻¹; obteniendo el 50% de la materia seca de las flores en un intervalo de 7 a 23 mol·m⁻²·d⁻¹. *Petunia*, *Salvia*, y *Zinnia* fueron las que lograron el mayor número de flores con una ADL de 43 mol·m⁻²·d⁻¹, mientras que el tiempo de floración osciló de 5 a 19 días, en la mayoría de las especies conforme la

ADL incrementó de 19 a 43 mol·m⁻²·d⁻¹, en *Begonia* e *Impatiens* ocurrió a los 43 días.

2.8.2.2. Eficiencia en el uso de la radiación luminosa y Fotosíntesis

La eficiencia en el uso de la radiación (EUR) se definió como la relación de la materia seca producida por unidad de energía radiante utilizada en su producción (Monteith, 1977) debido a que la eficiencia debería ser adimensional, Russell *et al.*, (1989) sugirieron el término cociente, materia seca: radiación; valores de RUE son generalmente más pequeños para especies arbóreas que para especies herbáceas (Kiniry *et al.*, 1989), debido al alto costo energético de la biomasa leñosa y la respiración de los órganos de apoyo.

La eficiencia en el uso de la radiación depende de la luz (Villalobos *et al.*, 1992), la temperatura (Macmurtrie y Wang, 1993), el déficit de la humedad relativa del aire (Stockle y Kiniry, 1990) y los factores inherentes o fisiológicos de cada especie vegetal. Un ejemplo es que, RUE se incrementa con el aumento de la fotosíntesis de la hoja (Sinclair y Horie, 1989). Por lo tanto, RUE debería disminuir con el incremento en la edad de la hoja y la respiración (Russell *et al.*, 1989), y con el mayor costo energético de algunos constituyentes vegetales (Trapani *et al.*, 1992).

Salisbury y Ross (1994) señalan que la fotosíntesis es el proceso mediante el cuál las plantas aprovechan la energía solar para transformar el CO₂ de la atmósfera en los compuestos orgánicos. Faust (2003) indicó que la fotosíntesis ocurre cuando las plantas toman agua del suelo, CO₂ del aire, y energía contenida solar para crear azúcares que pueden ser movilizadas dentro de la planta para proporcionar el combustible necesario para su desarrollo.

Mansfield y Jones (1976) mencionaron que la eficiencia de la fotosíntesis depende de los factores internos como: la estructura de la hoja, el contenido de clorofila, la habilidad de acumulación de productos de la fotosíntesis en los cloroplastos, la contribución de las enzimas y la presencia de nutrimentos minerales y de los factores externos como: la calidad, la duración e intensidad de la luz, la concentración de dióxido de carbono y del oxígeno, la temperatura, la disponibilidad del agua y de los nutrimentos en el suelo y la velocidad del viento.

2.9. Calidad Comercial SAF

En ornamentales el concepto de calidad comercial considera más las características externas de las flores, que los aspectos internos, debido a que lo visual influye contundentemente para su comercialización. Algunas particularidades externas consideradas son la estructura de la flor (forma o tipo, compactas), el número de botones o flores abiertas, el tamaño de la flor e intensidad de color y la ausencia de químicos, plagas y daños aparentes; los aspectos internos de importancia son: la longevidad, la resistencia a las condiciones de estrés durante el transporte o comercialización, la susceptibilidad al enfriamiento y al etileno, etc. (Noordegraaf, 1994); sin embargo, Pinto (2003) señala que producir plantas de calidad y manejar la producción se debe de considerar el cultivar adecuado, realizar las prácticas culturales oportunamente, aplicar reguladores de crecimiento y las condiciones ambientales del cultivo.

El manejo de la comercialización de las inflorescencias de *A. majus* ha sido organizado en estándares de manejo y clasificación establecidos por la Asociación de Floristas Americanos (SAF) determinando cuatro categorías comerciales (Cuadro 3), que toman en cuenta ciertas características morfológicas de la inflorescencia al alcanzar la madurez comercial como es el peso fresco (g), el número de flores abiertas por inflorescencia (núm) y la longitud total del tallo (cm) (Rogers, 1992). Gutiérrez (2003) mencionó que el valor comercial de una inflorescencia de perrito está determinado por diversas características morfológicas que comprenden una inflorescencia voluminosa soportada por un tallo fuerte y vigoroso.

Cuadro 3. Especificaciones comerciales para la clasificación en el manejo de inflorescencias de *Antirrhinum majus* L. de corte de acuerdo con los estándares establecidos por la Sociedad de Floristas Americanos (SAF).

Categoría	Peso Fresco (g)	Longitud Tallo (cm)	Inflorescencias abiertas (núm)
Especial	71-113	91	15
Sofisticada	43-70	76	12
Extra	29-42	61	9
Primera	14-28	46	6

Modificado de Rogers (1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del Experimento

El trabajo se estableció en el campo experimental San José del área de Fruticultura del Colegio de Postgraduados, ubicado en el Campus Montecillo, del municipio de Texcoco, estado de México, a una altitud de 2250 m y en torno a las siguientes coordenadas geográficas 19°19' Lat. N. y 98° 53'. Long. W.

3.2. Material Vegetal

En el presente estudio se emplearon plántulas de *Antirrhinum majus* L. provenientes de cuatro cultivares con diferente respuesta a floración (Figura 5) dos híbridos para producción en invernadero (destinados para jardinería) de la serie Rocket® con requerimientos de temperatura de 18-26 °C en el día y de 13-15 °C en la noche (Cuadro A3) y dos híbridos para producción en invernadero (destinados para flor de corte) de la serie Potomac® con requerimientos de temperatura de 14-25 °C en el día y de 13-15 °C en la noche producidas a partir de semilla (Cuadro 1) (PanAmerican® Inc. Chicago, Illinois, E.U.A. 1998).



Figura 5. Escapo o eje principal de las inflorescencias de los cultivares evaluados de *A. majus*, Potomac Orange (A), Potomac Plumblossom (B), Rocket Red (C), Rocket Bronze (D).

3.3. Descripción y manejo del experimento

3.3.1. Siembra

La siembra se realizó en charolas de 128 cavidades (Polietilenos del Sur®, Jiutepec, Morelos, México) colocando dos semillas por cavidad en condiciones de invernadero. Las fechas de siembra para la época primavera-verano fue el 5 de septiembre de 2006 y para la época otoño-invierno el 9 de febrero de 2007. El sustrato empleado en la siembra fue el Promix PGX (Premier®, Les tourbières Premier LTÉE, Quebec, Canadá).

3.3.2. Transplante

El transplante se llevó a cabo en camas de cultivo de 1 m de ancho x 8 m de largo en invernadero cuando emergieron las dos primeras hojas verdaderas (nomófilos) (Rogers, 1992). Las fechas de los transplantes fueron el 12 de octubre de 2006 para la época otoño-invierno y el 23 de marzo de 2007 para la época primavera-verano. La densidad de plantación fue de 80 plántulas por m².

3.3.3. Fertilización

La fertilización se suministró en las tardes (15:00 p.m.) 30 días después del transplante, tres veces por semana a través del agua de riego, empleando la dosis de 250 mg·L⁻¹ de la fórmula comercial 20-20-20 (Peters Professional®, Scotts Co., USA). El gasto por planta fue de 230 ml de solución nutritiva en agua con un pH de 7.0 y por metro cuadrado se aplicaron 18.4 L de solución nutritiva, esto fue en cada riego aplicado (fueron 3 riegos por semana).

3.3.4. Riego

Los riegos se llevaron a cabo por medio de un sistema localizado al momento del transplante, con la ayuda de un sistema de goteo con cintillas de calibre 16/8000 LPH con separación de goteros de 10 cm y un gasto de 1 L por hora (Hydrolite, Plásticos Rex, México, D. F.), el agua de riego fue tomada de un pozo común.

3.3.5. Tutoreo

Se instaló un sistema de tutoreo a los 35 días después del transplante cuando la planta había alcanzado una altura de 20 cm., para el soporte del cultivo utilizando malla plástica de 12.5 x 12.5 cm (Polietilenos del Sur^{MR}, Jiutepec, Morelos, México).

En total se colocaron cuatro mallas a una distancia de 20 cm entre tutor y tutor durante el desarrollo del cultivo.

3.3.6. Control de malezas

Para el control de malezas se efectuaron deshierbes manuales en el momento de su aparición durante todo el período de cultivo.

3.3.7. Control de plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo frecuente, dos veces por semana, para la detección de plagas y enfermedades. En el cultivo se observó oportunamente la presencia de áfidos (*Myzus persicae*) y larvas de lepidópteros (*Stenoptilodes antirrhina*) para su control se aplicó el producto Endosulfan y Diazinon ($1.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) desde su detección hasta eliminarlos; de igual forma, se tuvo daños por roya (*Cercospora antirrhina*) durante la floración, para su control se utilizó Azoxystrobin ($2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) en todo el experimento.

3.3.8. Madurez comercial

La cosecha de las inflorescencias se efectuó de acuerdo con las recomendaciones comerciales sugeridas por la Sociedad de Floristas Americanos (Cuadro 3), es decir, cuando dos terceras partes de las flores contenidas en el racimo estaban en antésis, es decir abiertas, (Product Information Guide, Pan American® Seed Co, 1998).

3.4. Calidad Comercial SAF

Se utilizaron los criterios sugeridos por la Sociedad de Floristas Americanos (SAF) para la evaluación de la calidad comercial alcanzada por las inflorescencias de los diferentes cultivares utilizados en el presente experimento (Cuadro 2).

3.5. Variables a Evaluar

El comportamiento del cultivo en diferentes ciclos de plantación (otoño-invierno y primavera-verano) sobre el crecimiento, la iniciación floral y la calidad comercial fue determinado durante el desarrollo de las inflorescencias y al momento de la cosecha o madurez comercial y son explicadas más adelante (Cuadro 4).

3.5.1. Ambiente de desarrollo

El efecto del ambiente en el desarrollo del cultivo en las épocas otoño-invierno y primavera-verano, fue determinado desde el transplante hasta la cosecha de los inflorescencias en ambos ciclos de cultivo. Para determinar dicho efecto, se tomaron en cuenta la temperatura y la radiación global, datos que sirvieron para calcular los grados día de desarrollo y la acumulación diaria de luz de cada serie. Los datos de temperatura y radiación global se obtuvieron de la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

3.5.2. Desarrollo del cultivo

3.5.2.1. Días de germinación (DG)

Los días a germinación fueron contabilizados a partir del establecimiento de la semilla en condiciones de invernadero hasta la emergencia de plántulas. El indicador morfológico de emergencia fue la caída de los cotiledones. La siembra se realizó a una profundidad de ½ cm aproximadamente.

3.5.2.2. Iniciación floral (IF)

La iniciación a floración se detectó colectando al azar yemas apicales de 2 cm de longitud a diferentes fechas (cada 5 días), durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006 (O-I) y durante los meses de abril y mayo de 2007 (P-V). Se colectaron y se cortaron a la mitad los nomófilos mas cercanos a la yema apical o a los ápices de las plantas y se guardaron en frascos tipo gerber con solución compuesta de 5% ácido acético, 10% formaldehído, 52% alcohol etílico y 33% agua de la llave (corriente) denominada FAA (Curtis, 1986). La primera colecta se realizó 20 días después del transplante y a cada 10 días después. Las yemas se disectaron longitudinalmente observándolas en el microscopio esteroscópico (Marca CARL ZEISS, modelo 39257-9003) para descubrir si ya existía el primordio de la inflorescencia, esto permitió detectar el momento aproximado de la iniciación floral en los cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. Jensen (1962) mencionó un procedimiento histoquímico estándar para realizar observaciones de estructuras tisulares de las plantas involucrando los siguientes pasos:

1. Matar y fijar instantáneamente al tejido para preservar la estructura celular.
2. Remover el agua intracelular (deshidratar) mediante el paso por etanoles graduados de menor a mayor concentración en agua.

3. Infiltrar al tejido con parafina e incluirlo en un bloque del mismo material,
4. Cortar en un micrótopo a un grosor adecuado (13 μm).
5. Realizar la tinción del tejido después de remover la parafina y adherirlo a un portaobjetos.
6. Montar empleando un medio permanente, colocando un cubreobjetos. Los cortes se desparafinaron, se hidrataron con etanol 50% y se colocaron en safranina: safranina O saturada (menor de 0.05%), sulfato de amonio 13% p/v (en agua) y Fenol 0.01%.
7. Permanecer 24 horas a temperatura ambiental.
8. Lavar con agua destilada.
9. Pasaron rápidamente por alcohol de 50% a 100% y teñir con verde fijo por espacio de un minuto: Verde fijo FCF 0.12% disuelto en Etanol 96%.
10. Lavar brevemente en alcohol n-isopropílico, y después de pasarlos por tres xilenos, se montaron con resina sintética Merk[®] (Johansen, 1940).

3.5.2.3. Número de hojas (NH)

Se realizó un conteo de hojas (nomófilos) de el tallo vegetativo megablástico (Figura 6), al momento de la cosecha.

3.5.2.4. Longitud total del tallo (LTT, cm)

Se llevó a cabo una vez realizada la cosecha considerando desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia (tallo vegetativo megablástico más escapo) (Figura 6). La medición se realizó con un flexómetro.

3.5.2.5. Longitud de la inflorescencia (LI)

Se efectuó al momento de la cosecha considerando desde su base hasta el ápice (largo del escapo) (Figura 6). La medición se efectuó con la ayuda de un flexómetro.

3.5.2.6. Número de flores abiertas (NF)

Se realizó un conteo de las flores en antesis una vez cosechados los tallos florales.

3.5.2.7. Peso de biomasa aérea fresca total (BFT, g)

Se efectuó al momento del corte. Se tomó en cuenta desde la base del tallo (Tallo vegetativo megablástico) hasta el ápice de la inflorescencia (tallo floral o escapo)

(Figura 6). El peso se obtuvo con la ayuda de la Balanza electrónica E4-2200^a MFD B4 & DCO, LTD.

3.5.2.8. Peso de biomasa aérea seca total (BST, g)

Se llevó a cabo 48 h después de introducir los órganos a la estufa de secado a temperatura de 75 °C. Se tomó en cuenta desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia (tallo vegetativo megablástico más escapo) (Figura 6). El peso se obtuvo con la ayuda de la Balanza electrónica E4-2200^a MFD B4 & DCO, LTD.

3.5.2.9. Madurez comercial (MC, (días))

Se efectuó el conteo en días desde la siembra y el transplante hasta el momento de la cosecha.

3.5.2.10. Índice de calidad (g·cm de tallo⁻¹) y calidad comercial (IC)

El índice de calidad se obtuvo con la relación entre materia fresca total y la longitud total del escapo (tallo floral). La calidad comercial se llevó a cabo de acuerdo con los estándares establecidos por la Sociedad de Floristas Americanos (SAF, Cuadro 3).

3.6. Obtención de datos climáticos

El registro de las condiciones ambientales a la intemperie se obtuvieron de la estación climatológica del Colegio de Postgraduados (GroWeather[®] Davis instruments Co. CA, USA). Las variables meteorológicas fueron temperatura (°C) y luz ($W \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$). Las cuales fueron utilizadas para verificar la iniciación a floración y madurez comercial del cultivo.

3.6.1. Grados días de desarrollo (GDD)

Los datos climáticos registrados fueron utilizados para determinar la acumulación de temperatura (GDD). La ecuación implementada para la acumulación de temperatura es por medio del método residual (Jenni *et al.*, 1996):

$$GDD = \frac{(T_{\max} + T_{\min})}{2} - T_{base}$$

donde:

GDD = Grados Días de Desarrollo

T max = Temperatura máxima diaria (°C)

T min =Temperatura mínima diaria (°C)

T base = Temperatura base cuyo valor depende de cada cultivo.

3.6.2. Luz Diaria Acumulada (ADL)

La acumulación diaria de luz se obtuvo sumando la cantidad de radiación fotosintética diaria registrada. La radiación fotosintética diaria ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) se calculó tomando los datos instantáneos de la radiación solar ($\text{Watts}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) obtenidos de la estación meteorológica del Campus Montecillo. Con el Programa Curve Expert Versión 1.31, Copright© 1995-1996, Hyams, se ajustó a una función mediante interpolación a los valores instantáneos de radiación y se generó una curva, es decir se calculó el área bajo la curva, para calcular el total de radiación solar incidente por día.

3.6.2.1. Eficiencia en el uso de la Radiación

La eficiencia del cultivo en el aprovechamiento de la energía radiante disponible (EUR, g de biomasa seca·MJ⁻¹) se calculó considerando la cantidad de biomasa seca producida ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) entre la radiación solar interceptada ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) obtenida de la acumulación diaria de luz (ADL) total a la cosecha.

3.7. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño empleado fue en bloques al azar con dos repeticiones, con un arreglo factorial (4 x 2), correspondiendo el factor A, a los cultivares y el factor B a las fechas de siembra, obteniendo un total de ocho tratamientos. Los factores contra los cuáles se bloqueo fueron: la pendiente del terreno y el sombreado de los árboles. Se utilizaron 20 plantas por parcela experimental.

El procedimiento general del análisis se aplicó por separado para cada variable (número de hojas; longitud total del tallo, longitud de la inflorescencia, número de flores abiertas, biomasa fresca total, biomasa seca total, madurez comercial e índice de calidad), para determinar la significancia existente en cada nivel de factor. La comparación de medias se hizo mediante la prueba Tukey ($\alpha=0.05\%$).

El efecto de los grupos de respuesta se consideró como efecto confundido entre los

cultivares. Por lo que se propuso un análisis de contrastes ortogonales para determinar diferencias entre cultivares y entre épocas de cultivo. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete SAS para Windows versión 8.1 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) (Proc GLM).

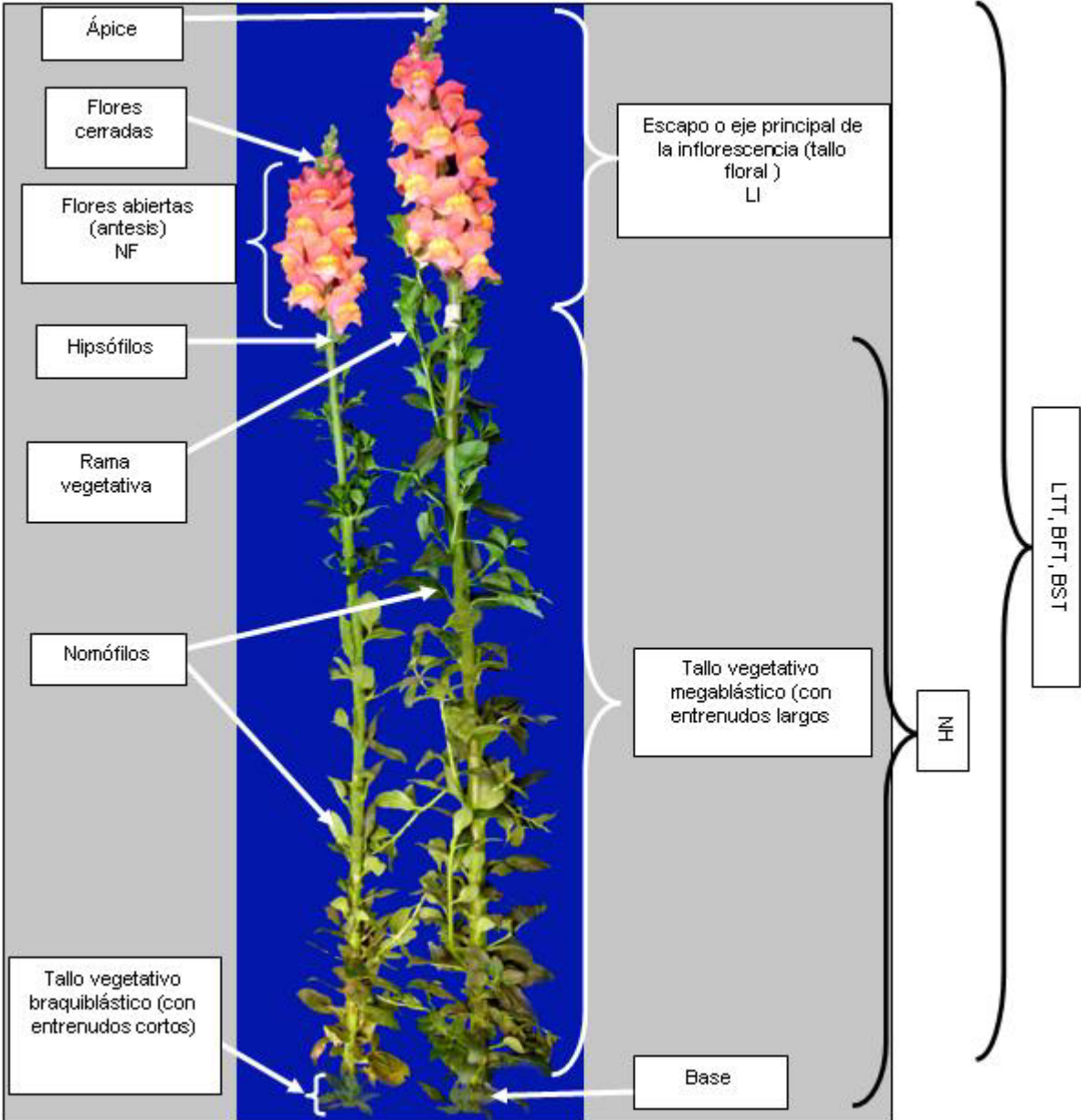


Figura 6. Estructura vegetativa y reproductiva del tallo floral de *Antirrhinum majus* L.

4. RESULTADOS

4.1. Ambiente de desarrollo

Las condiciones ambientales en el desarrollo del cultivo mostraron que la presencia de los niveles de luz y temperatura alcanzaron los niveles más altos en el ciclo primavera-verano, con un promedio de $22 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y de $13.7\text{-}20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Cuadro 4), mientras que la radiación solar existente en el ciclo otoño-invierno fue de $15.3 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y una temperatura de $9.8\text{-}16.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Los promedios en el uso de la eficiencia de la radiación (EUR), fueron similares entre épocas con $0.48 \text{ g de biomasa seca}\cdot\text{MJ}^{-1}$ (O-I) y $0.49 \text{ g de biomasa seca}\cdot\text{MJ}^{-1}$ (P-V) (Cuadro 8).

Cuadro 4. Promedios de temperaturas medias nocturnas y diurnas y de acumulación diaria de luz en la producción de *Antirrhinum majus* L. para flor de corte a la intemperie.

Serie	Temperatura media		Temperatura media		Acumulación diaria	
	nocturna ($^\circ\text{C}$)		diurna ($^\circ\text{C}$)		de luz ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Potomac	9.7	13.7	16.5	20.5	15.4	22.0
Rocket	10.0	13.7	16.5	20.5	15.2	22.1
Promedio	9.8	13.7	16.5	20.5	15.3	22.0

O-I=Ciclo Otoño-Invierno; P-V=Ciclo Primavera-Verano. $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ =Mega Joules por metro cuadrado por día.

4.2. Desarrollo del Cultivo

4.2.1. Tiempo de Germinación (DG)

Los promedios de días a germinación entre los cultivares de las series Potomac y los cultivares de la serie Rocket mostraron una respuesta similar de días por ciclo de cultivo, en los dos estudios realizados (Figura 7). Lo anterior indica que a pesar de que la diferencia fue mínima sobresalieron los cultivares de la serie Potomac con respecto de los Rocket. Lo que indica que desde esta primera fase que es la germinación de semillas de *Antirrhinum majus* L. ya existieron diferencias de respuesta entre series debido a las características intrínsecas de los genotipos.

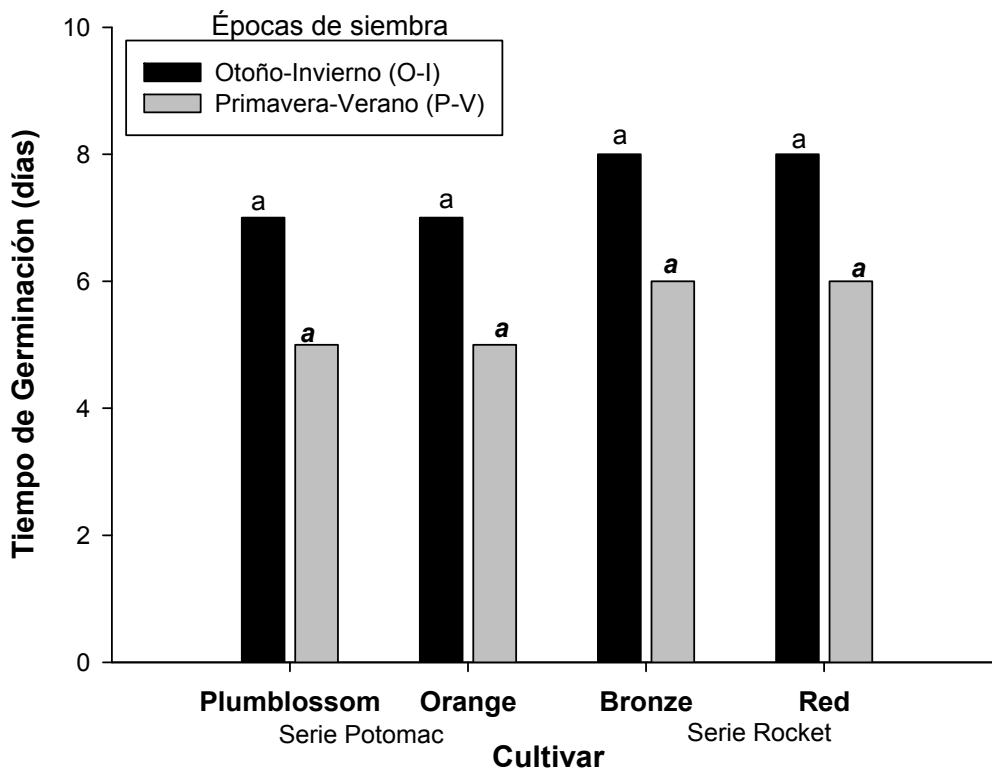


Figura 7. Germinación después del transplante de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito).

4.2.2. Iniciación a floración (IF).

El tiempo requerido desde el transplante hasta la iniciación a floración para la serie Rocket fue de 112 días en el ciclo O-I y 51 días en el ciclo P-V (Figura 8). Para los cultivares de la serie Potomac fue 99 días en el ciclo O-I y 44 días en el ciclo P-V, por lo que fue en promedio 55% menor tiempo en ambas series en P-V que en el ciclo O-I (Figura 9). Esto pudo ser debido a que la temperatura y la radiación solar fueron mayores durante el ciclo primavera-verano que en otoño-invierno, lo que aceleró el proceso de la iniciación floral de ambas series de perrito.

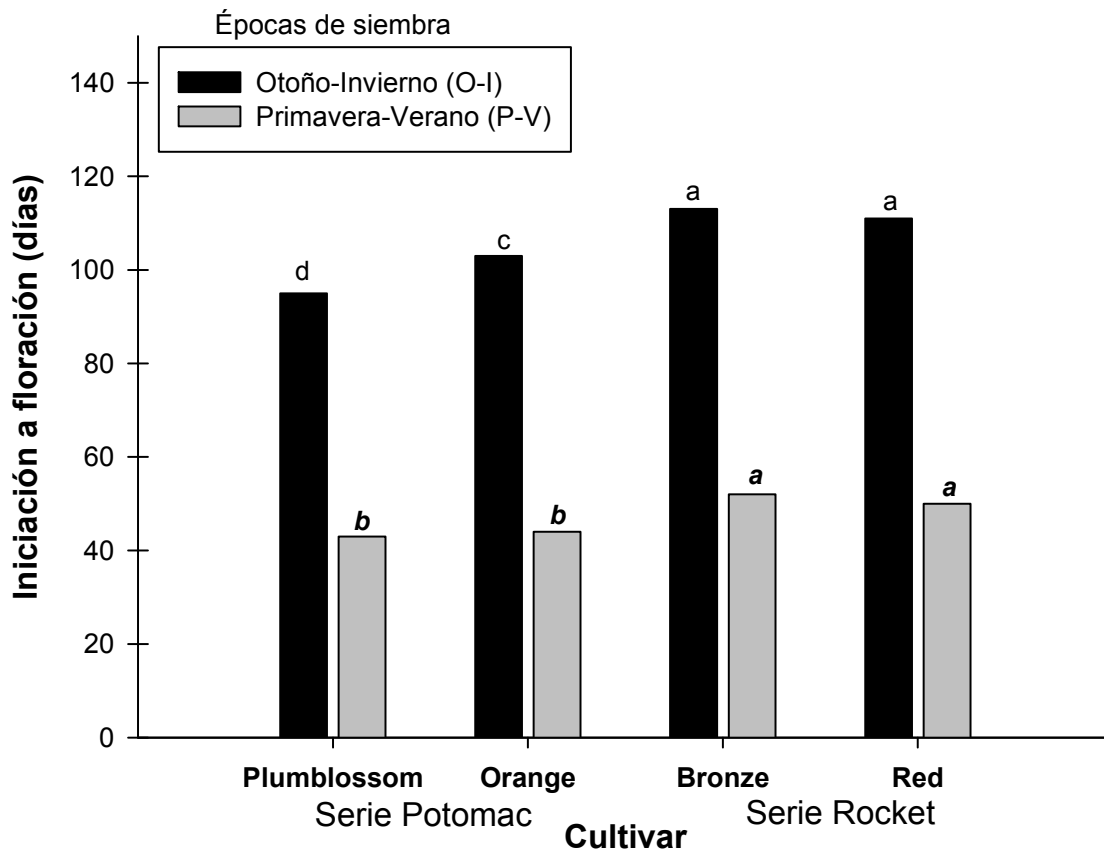


Figura 8. Iniciación a floración después del trasplante (DDT) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito).

En ambos ciclos de cultivo, los cultivares de la serie Potomac iniciaron la floración en menor tiempo en comparación con los cultivares de la serie Rocket. Esta precocidad fue aún más notoria durante el ciclo P-V (13.7- 20.5 °C) ya que la temperatura fue mayor que en el ciclo O-I (10-16.5 °C) (Cuadro 4). Se visualiza que hubo una disminución de tiempo con respecto a los días de iniciación a floración después del trasplante de aproximadamente 26% en O-I y 44% en P-V, lo cual permite señalar que el proceso de iniciación a floración requirió de menos tiempo en ambos ciclos de cultivos en DDT (Figura 8).

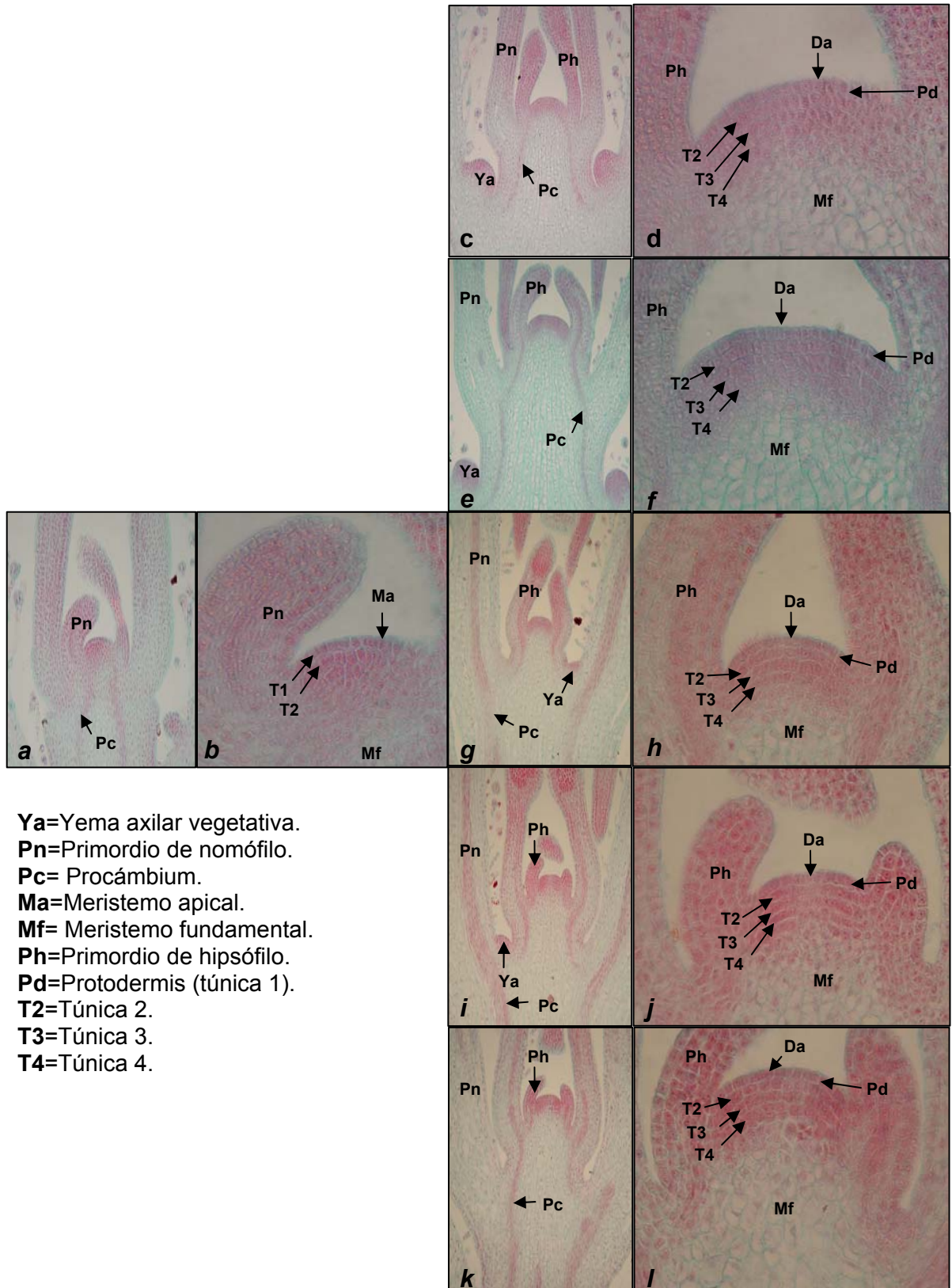


Figura 9. Anatomía de estados de desarrollo de *Antirrhinum majus* L. (perrito), a-b yema vegetativa del cv. Potomac Orange; c-d yema floral del cv. Potomac Plumblossom; e-f yema floral del cv Potomac Orange; g-h yema floral del cv Rocket Bronze; i-j-k-l yema floral del cv. Rocket Red. Tomadas con objetivos de 10x y 40x respectivamente. La iniciación a floración aparece con el domo aplanado (Da).

4.2.3. Crecimiento (Número de hojas, NH).

En el ciclo otoño-invierno, solo el cultivar Plumblossom de la serie Potomac formó menos hojas (65 hojas) que el otro cultivar incluyendo los de la serie Rocket (70 hojas) (Figura 10). En la siembra Primavera-Verano, los cultivares Orange (serie Potomac) y Broze (serie Rocket) fueron iguales con 51 hojas en promedio, mientras que los cultivares Plumblossom (Potomac) y Red (Rocket) formaron 43 y 36 hojas respectivamente (Figura 10). Esto indica que en el ciclo otoño-invierno los cultivares de ambas series, al bajar la temperatura el ciclo vegetativo se alargó, por lo que las plantas formaron mayor número de hojas como órganos de reservas.

Los contrastes ortogonales permitieron comparar el desarrollo de los cultivares de cada serie por ciclo y así distinguir cuál de las dos series se desarrolló mejor por época; la comparación de contrastes entre ciclos, fue para diferenciar en cuál de los dos ciclos tuvieron mejor respuesta los cultivares de cada serie.

La comparación con contrastes ortogonales del número de hojas por época de cultivo entre las series Rocket y Potomac indican que los cultivares de la serie Rocket formaron 5 hojas más (73) en el ciclo O-I, mientras que los cultivares de la serie Potomac formaron 3 hojas más (47) en el ciclo P-V (Cuadro 5); la comparación de series entre ciclos de cultivo, señalan que en el ciclo otoño-invierno los cultivares de las series Potomac y Rocket, obtuvieron en promedio 21 y 29 hojas más respectivamente, que en primavera-verano (cuadro 6).

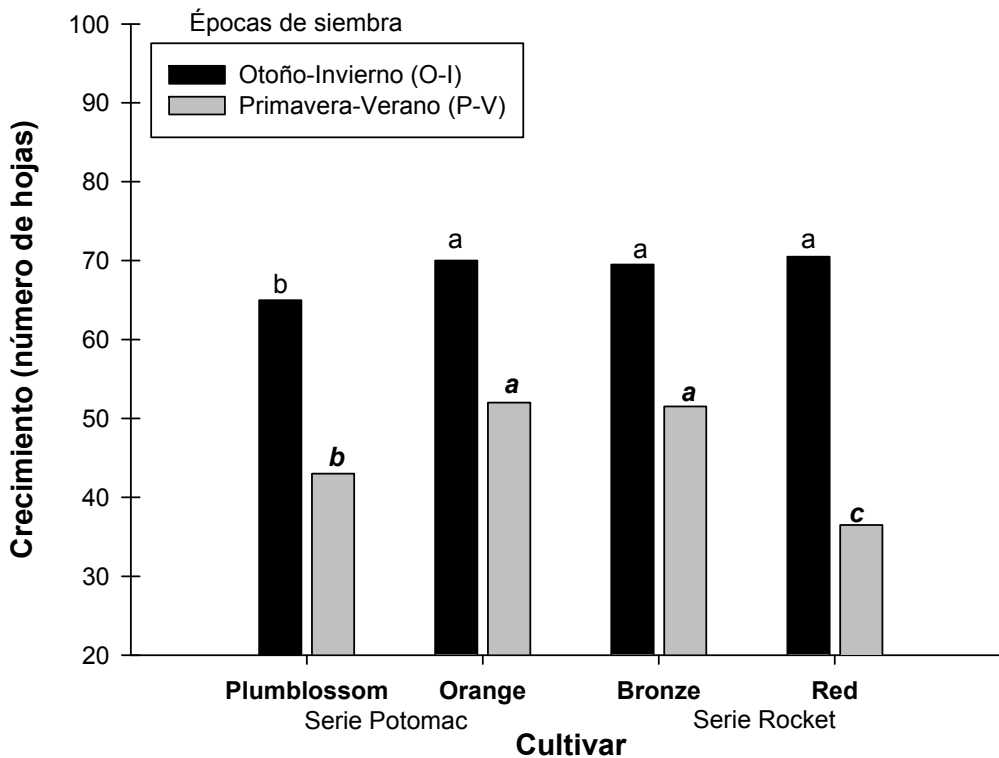


Figura 10. Crecimiento de plantas de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

4.2.4. Longitud total del tallo floral (LTT).

En el ciclo otoño-invierno, la longitud del tallo floral del cultivar Plumblossom (serie Potomac) no fue superior estadísticamente con 103.1 cm en comparación con el cultivar Orange de la misma serie con 98.4 cm; tampoco los cultivares Red con 97.1 cm pero si fue superior al cultivar Bronze con 89.3 cm de la serie Rocket (Figura 11).

Con respecto al ciclo P-V, la longitud de los cultivares Orange (96.8 cm) y Plumblossom (96.7 cm) de la serie Potomac fueron iguales estadísticamente, pero fueron diferentes a los cultivares Bronze (75.7 cm) y Red (73.5 cm) de la serie Rocket (Figura 11). Estos resultados indican que los cultivares con mejor comportamiento son los de la serie Potomac en ambos ciclos, por lo que las condiciones prevaletientes de radiación solar y temperatura del aire los favorecieron en esta variable.

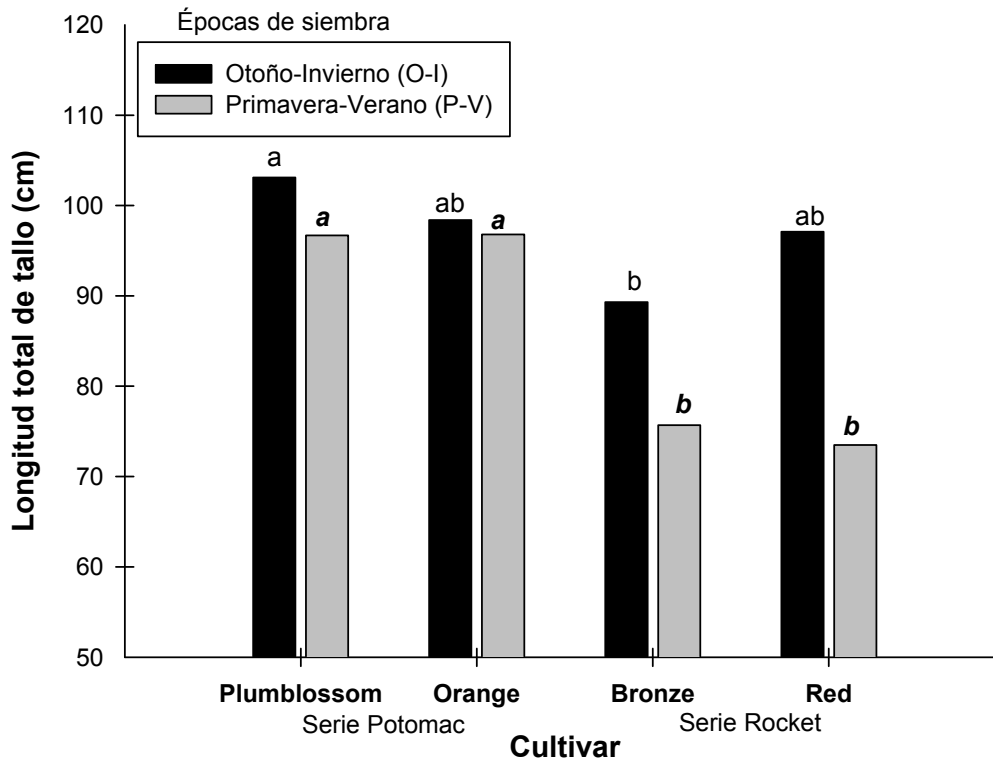


Figura 11. Longitud total del tallo floral (tallo vegetativo megablástico más escapo) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

La comparación de promedios entre las series evaluadas durante el ciclo O-I, permite indicar que los tallos de los cultivares de la serie Potomac (100.7 cm) de promedio, fueron 7 cm más largos que los de la serie Rocket (93.7 cm); en primavera-verano también lograron ser superiores los cultivares de la serie Potomac (74.6 cm) con 22.1 cm más que los cultivares de la serie Rocket (96.7); la comparación entre ciclos de cultivo, muestra que la longitud promedio del tallo de los cultivares de las series Potomac (100.7 vs 96.8 cm) fue sólo 4 cm mayor que en P-V; los cultivares de la serie Rocket (93.7 vs 74.6) mostraron superioridad en longitud del tallo con 19 cm más en O-I que en P-V (Cuadros 5 y 6).

De acuerdo con la clasificación establecida por la Asociación de Floristas Americanos (SAF) y dentro de las especificaciones comerciales, los tallos de los cultivares de la serie Potomac alcanzaron la categoría Especial, que es la más alta para esta especie, al superar en ambos ciclos de cultivo los 91 cm (Cuadros 5 y 6).

4.2.5. Longitud de inflorescencia (LI)

En el ciclo otoño-invierno, la longitud de la inflorescencia de los cultivares Orange (26.5 cm) y Plumblossom (26.6 cm) de la serie Potomac fueron estadísticamente iguales, pero fueron diferentes a los cultivares Bronze (21.2 cm) y Red (20.7 cm) de la serie Rocket (Figura 12). En la siembra primavera-verano la longitud de inflorescencias de los cultivares Orange y Plumblossom (serie Potomac) fueron iguales estadísticamente con 25.8 cm en promedio, mientras que los cultivares Bronze y Red (serie Rocket) tuvieron 22.0 cm y 21.0 cm respectivamente (Figura 12).

El análisis de contrastes de la series Rocket vs Potomac indicó que la longitud de la inflorescencia en la madurez comercial de los cultivares de la serie Potomac alcanzó 26.5 cm en O-I y 25.5 en P-V, la que fue superior a la de los cultivares de la serie Rocket en 21% (21 cm) durante el ciclo O-I y 16% en P-V (22 cm); estos resultados muestran que los racimos florales de los cultivares de la serie Potomac fueron 5.4 cm (ciclo O-I) y 3.5 cm (ciclo P-V) más largas que los cultivares de la serie Rocket (Cuadro 5). La comparación de promedios entre ciclos de cultivo, muestra que no hubo diferencias significativas entre las mismas series (cuadro 6).

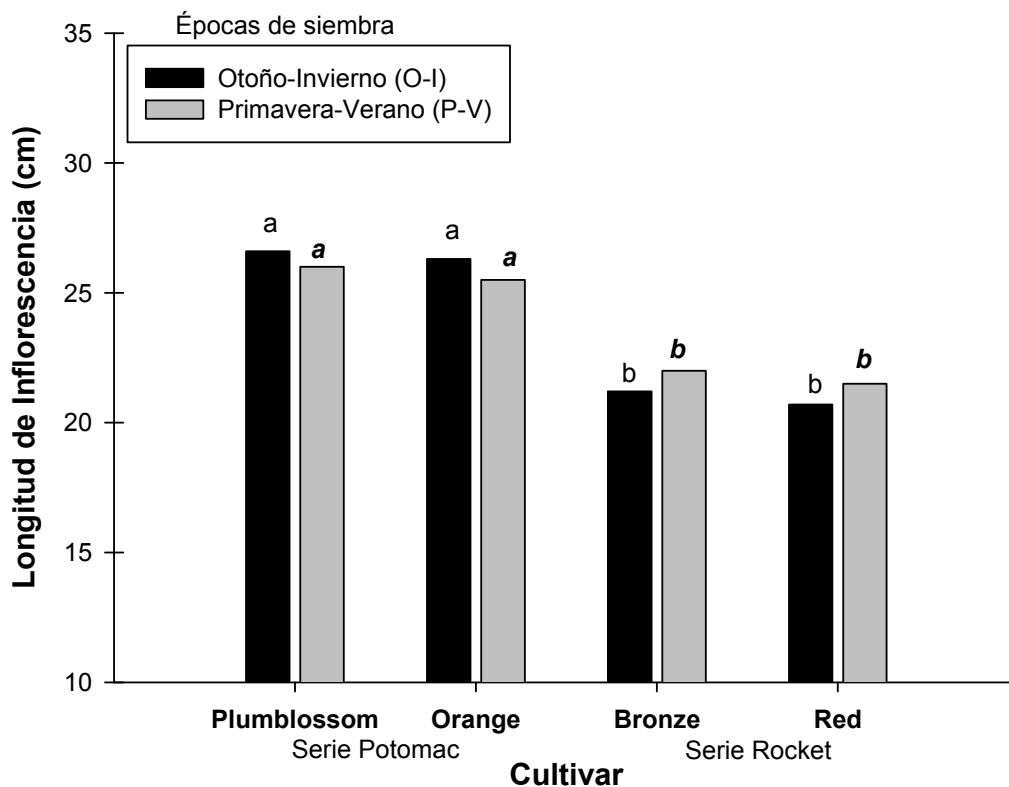


Figura 12. Longitud de inflorescencia o escapo (cm) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

4.2.6. Crecimiento de las inflorescencias en número de flores abiertas (NFA).

El cultivar Orange de la serie Potomac, fue diferente a los otros tres en ambos ciclos de cultivo con 18 flores abiertas en la inflorescencia al momento de alcanzar el punto de madurez, por lo que es el cultivar con mayor número de flores abiertas (Figura 13).

El cultivar Plumblossom de la serie Potomac tuvo más flores abiertas que los cultivares de la serie Rocket sólo durante el ciclo de cultivo P-V (15 flores abiertas). Ambos cultivares de la serie Rocket tuvieron 11 flores abiertas en el ciclo O-I, lo que corresponde al menor promedio por cultivar (Figura 13).

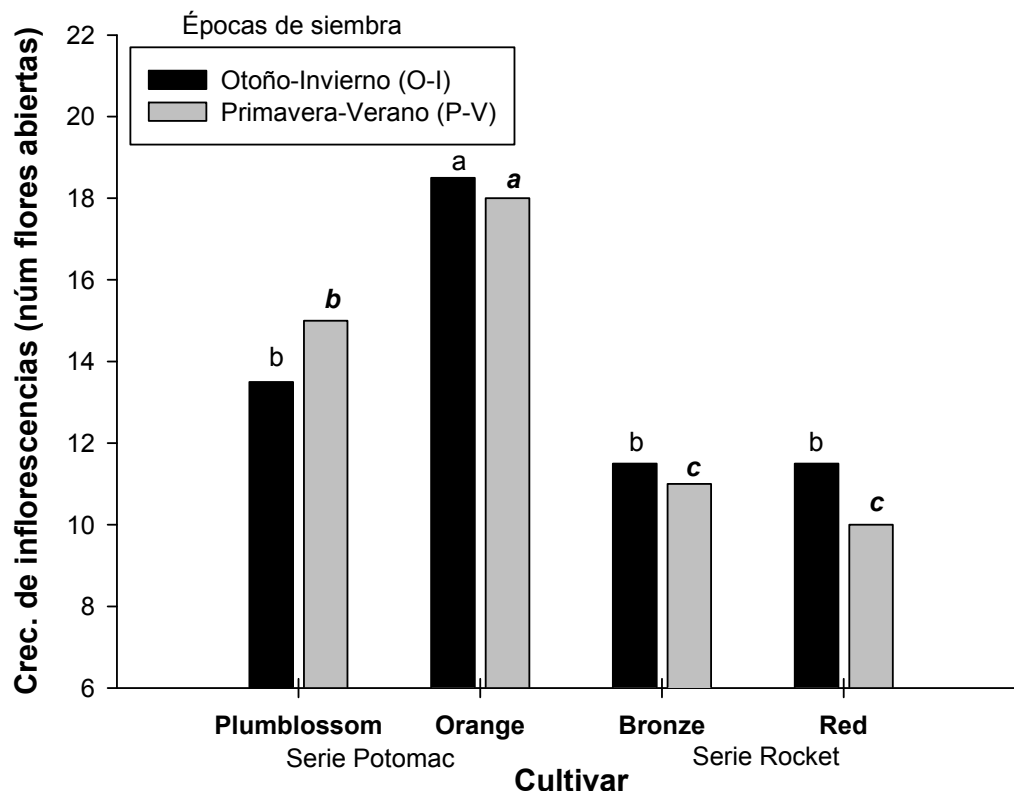


Figura 13. Número de flores abiertas (núm) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

Con la prueba de contrastes ortogonales realizada a las series Rocket vs Potomac, se comprobó que existe diferencia altamente significativa en el número de flores abiertas entre los cultivares de las serie Potomac y Rocket, en ambos ciclos de cultivo. Los cultivares de la serie Potomac lograron 4 y 6 flores más (15 y 16) en los ciclos O-I y P-V que los cultivares de la serie Rocket (11 y 10) (Cuadro 5).

La comparación de series entre los ciclos otoño-invierno y primavera-verano, muestra que los cultivares de las series Potomac y Rocket no presentaron diferencias significativas en el crecimiento de las inflorescencias en el número de flores abiertas (cuadro 6).

4.2.7. Biomasa aérea fresca total (BFT).

Los cultivares Orange y Plumblossom de la serie Potomac fueron sobresalientes en BFT durante O-I al mostrar 156.6 g y 117.6 g de materia fresca respectivamente en comparación con los cultivares Bronze (67.5 g) y Red (72.8 g) de la serie Rocket (Figura 14). Con respecto al ciclo P-V el cultivar Bronze de la serie Rocket obtuvo la mayor producción de biomasa fresca al mostrar 42.1 g más con respecto del cultivar Red de la misma serie y 20.2 g más en comparación con los cultivares Orange y Plumblossom de la serie Potomac (Figura 14).

La biomasa fresca promedio de los cultivares de la serie Potomac (137.1 g) fue 66.9 g mayor que la de los cultivares de la serie Rocket (70.1 g) durante el ciclo O-I (Cuadro 5); en cambio en el ciclo P-V no hubo diferencias significativas entre series (Cuadro 5), lo que demuestra que los cuatro cultivares de perrito evaluados en P-V tuvieron un comportamiento similar en la producción de biomasa fresca.

La comparación de promedios con respecto de las series entre ciclos de cultivo, indicó que los cultivares de la serie Potomac (137.1 g) obtuvieron 56 g más en el ciclo otoño-invierno que en el ciclo primavera-verano (80.7 g), mientras que los cultivares de la serie Rocket (70.1 g) en este ciclo lograron 9.5 g menos que en primavera-verano (79.7) (Cuadro 6).

Con respecto de los estándares establecidos por la Sociedad de Floristas Americanos (SAF) para la clasificación de tallos de *Antirrhinum majus* L. y modificada por Rogers (1992), los resultados indicaron que los cultivares pertenecientes a la serie Potomac obtuvieron en ambos ciclos la categoría Especial (Cuadro 3) mientras que los cultivares de la serie Rocket alcanzaron una categoría menor, la Sofisticada en O-I y aún menor, la Extra en el ciclo P-V.

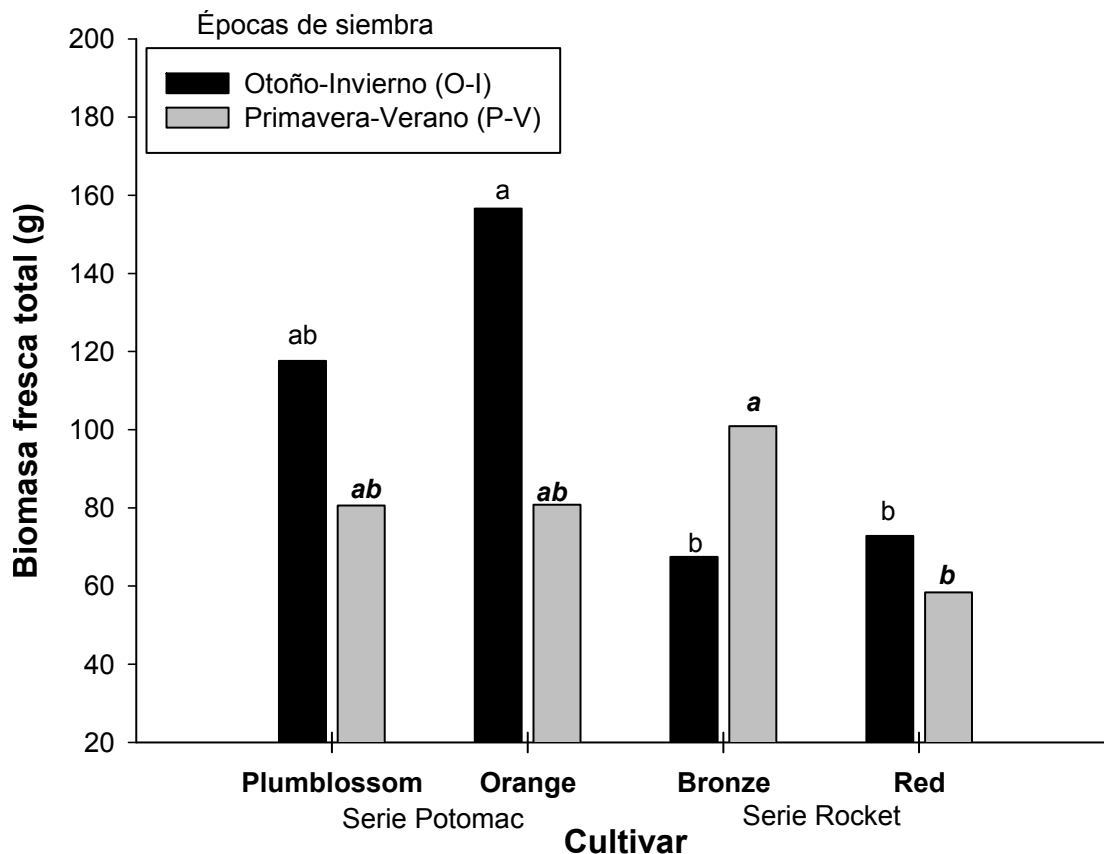


Figura 14. Biomasa fresca (g) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

4.2.8. Biomasa aérea seca total (BST).

Los promedios de biomasa seca obtenidos por cultivar de las series evaluadas, señalan que durante el ciclo O-I, no hubo diferencias significativas entre cultivares (Figura 15). En tanto que, en el ciclo P-V, los cultivares sobresalientes en orden de importancia fueron el cultivar Bronze de la serie Rocket (14.2 g), Plumblossom (12.2 g) y Orange (11.9 g) de la serie Potomac, los cuales lograron la mayor producción de BST y por último el cultivar Red de la serie Rocket con 8.6 g; por lo que no existe una tendencia con base en la producción de biomasa aérea fresca total mayor y la acumulación mayor de biomasa aérea seca total. En general los cultivares mostraron mayor BST en el ciclo O-I con el 23% que en ciclo de P-V.

El análisis de contrastes de las series Rocket vs Potomac por ciclos de cultivo mostró que los cultivares Potomac (16.6 g) tuvieron un 12% mayor de biomasa seca que los de la serie Rocket (14.6 g); en el ciclo O-I con 16% fueron superiores los cultivares de la serie Potomac (12.0 g) con respecto de los de la serie Rocket (10.0

g) (Cuadro 5). Con respecto de la comparación de promedios entre series y entre ciclos de cultivo, se obtuvieron diferencias entre las series Potomac de 27% más en el ciclo O-I (16.6 g) que en P-V (12.0 g); mientras que la diferencia entre las series Rocket fue de 32% mayores en el ciclo O-I que en el ciclo P-V (10.0 g) (Cuadro 6).

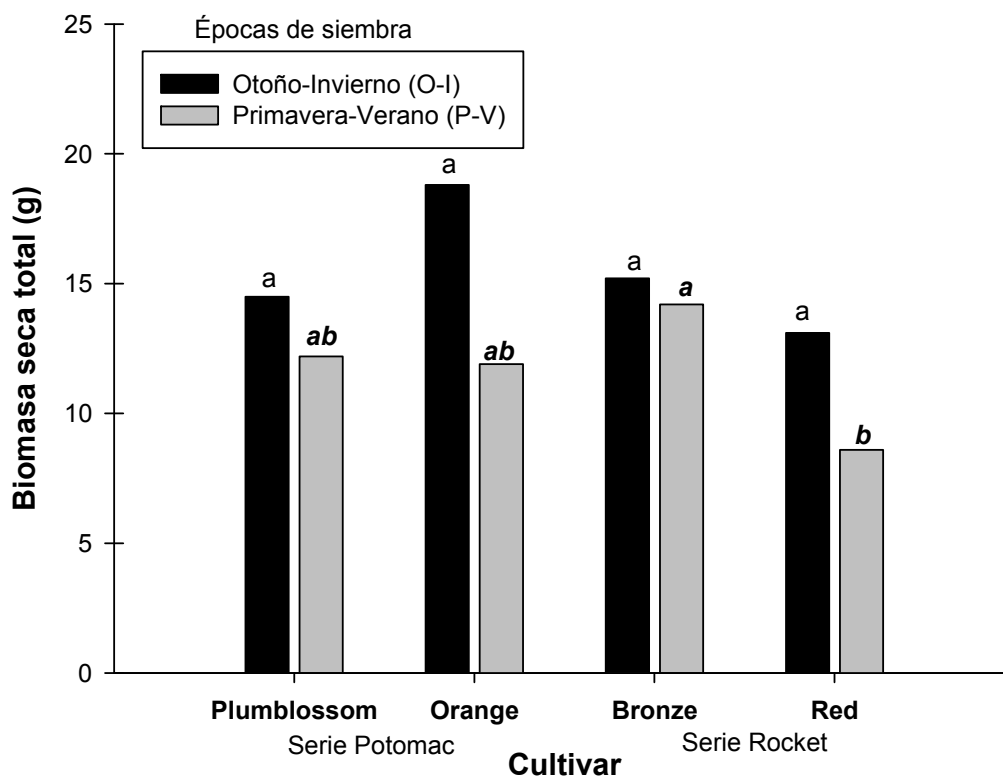


Figura 15. Biomasa seca (g) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante.

4.2.9. Madurez comercial (MC).

La diferencia entre cultivares de los DDT a madurez comercial fueron significativas durante los dos ciclos de cultivo (Figura 16). En el ciclo O-I se observaron dos grupos con igualdad estadística; el primer grupo pertenece a los cultivares de la serie Rocket, los cuales requirieron más tiempo para alcanzar la madurez comercial con 180 días desde transplante, en comparación con los cultivares de la serie Potomac que requirieron 137 días desde transplante.

En P-V, el cultivar Bronze de la serie Rocket fue el que requirió más días a cosecha después del transplante (95) en comparación con los otros cultivares; mientras el cultivar Plumblossom de la serie Potomac, fue el más precoz al lograr su madurez comercial con 74.5 DDT en esta época (Figura 16).

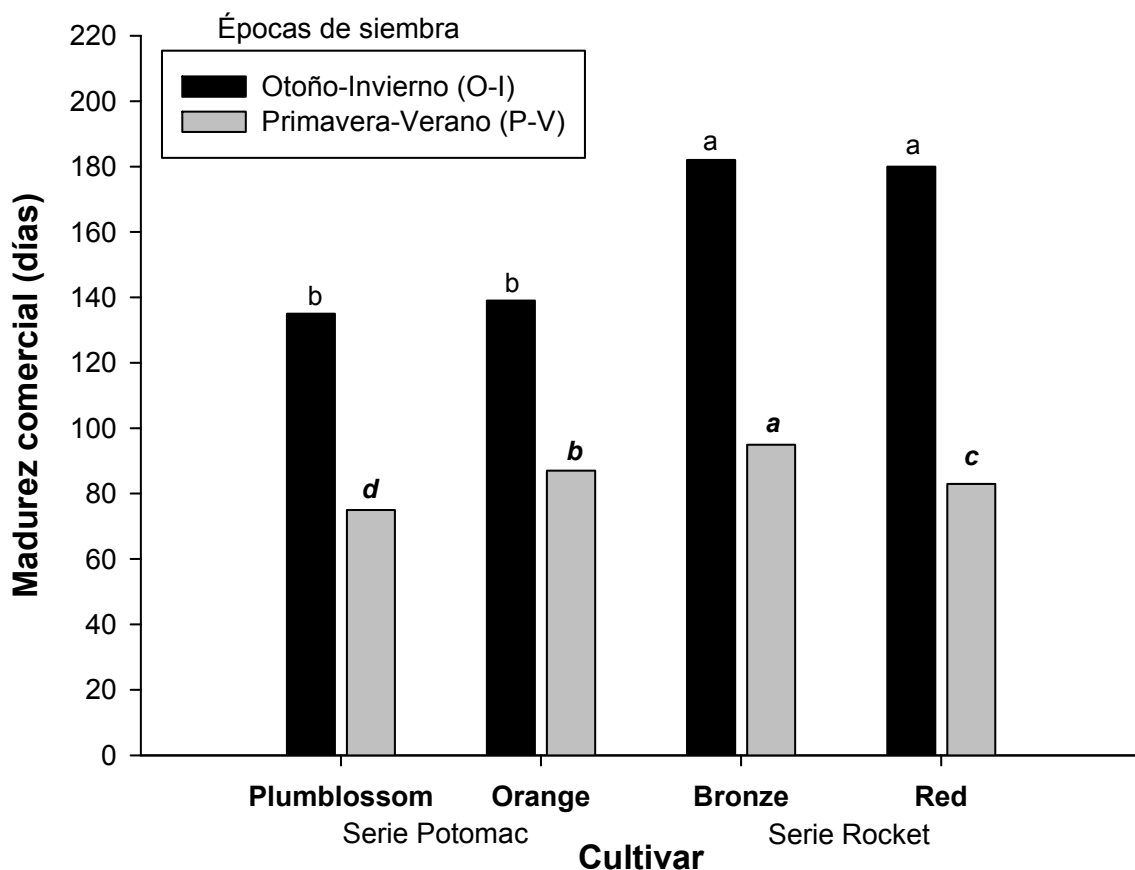


Figura 16. Madurez comercial después transplante (DDT) de cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito).

Los resultados de contrastes por ciclo entre series de cultivares muestran diferencias significativas, en donde los cultivares de la serie Potomac fueron los más precoces en ambos ciclos, con promedios de 137 DDT, en O-I y 81 DDT en P-V, y diferencias de 45 DDT en O-I y 8 DDT en P-V en comparación con los cultivares de la serie Rocket (181 y 89 en O-I y P-V respectivamente) (Cuadro 5). Las series de cultivares entre ciclos de cultivo señalan que los cultivares de la serie Potomac, en el ciclo otoño-invierno, fueron 56 días más tardíos que en primavera-verano, mientras que, los cultivares de la serie Rocket se alargaron 92 días más en el ciclo otoño-invierno (Cuadro 6).

Cuadro 5. Contrastes ortogonales en variables de desarrollo para el efecto de grupos de respuesta (serie Rocket vs Potomac) de *Antirrhinum majus* L. (perrito) de corte cultivados en intemperie.

VARIABLES DE DESARROLLO	ROCKET O-I VS POTOMAC O-I	P > F
NH (núm)	73.0 vs 68.0 **	0.0001
LTT (cm)	93.7 vs 100.7 **	0.0001
LI (cm)	21.0 vs 26.5 **	0.0001
NFA (núm)	11.0 vs 15.0 **	0.0001
BFT (g)	70.1 vs 137.1 **	0.0001
BST (g)	14.6 vs 16.6 **	0.0010
MC (días)	181.0 vs 137.0 **	0.0002
IC (g biomasa fresca·cm tallo ⁻¹)	0.75 vs 1.35 **	0.0001
VARIABLES DE DESARROLLO	ROCKET P-V VS POTOMAC P-V	P > F
NH (núm)	43.8 vs 46.9 **	0.0031
LTT (cm)	74.6 vs 96.7 **	0.0001
LI (cm)	22.0 vs 25.5 **	0.0001
NFA (núm)	10.0 vs 16.0 **	0.0001
BFT (g)	79.7 vs 80.7 ^{NS}	0.7905
BST (g)	10.0 vs 12.0 **	0.0001
MC (días)	89.0 vs 81.0 **	0.0001
IC (g biomasa fresca·cm tallo ⁻¹)	1.06 vs 0.83 ^{NS}	0.3336

NH=Número de hojas; LTT=Longitud total de tallo; LI=Longitud de inflorescencia; NFA=Número de flores abiertas; BFT= Biomasa fresca total; BST=Biomasa seca total; MC=Madurez comercial; IC=Índice de calidad; O-I=Otoño-Invierno; P-V=Primavera-Verano. NS = Diferencia no significativa **Diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 6. Contrastes ortogonales en variables de desarrollo para efecto de ciclos de cultivo (época de producción) dentro del mismo grupo de respuesta de *Antirrhinum majus* L. (perrito) de corte (Series Potomac y Rocket) cultivados en intemperie.

VARIABLES DE DESARROLLO	POTOMAC O-I vs POTOMAC P-V	P > F
NH (núm)	68.0 vs 47.0 **	0.0001
LTT (cm)	100.7 vs 96.7 **	0.0001
LI (cm)	26.5 vs 25.5 ^{NS}	0.5252
NFA (núm)	15.0 vs 16.0 ^{NS}	0.0667
BFT (g)	137.1 vs 80.7 **	0.0001
BST (g)	16.6 vs 12.0 **	0.0001
MC (días)	137.0 vs 81.0 **	0.0001
IC (g biomasa fresca·cm tallo ⁻¹)	1.35 vs 0.83 **	0.0002
VARIABLES DE DESARROLLO	ROCKET O-I vs ROCKET P-V	P > F
NH (núm)	73.0 vs 44.0 **	0.0001
LTT (cm)	93.7 vs 74.6 **	0.0001
LI (cm)	21.0 vs 22.0 ^{NS}	0.1350
NFA (núm)	11.0 vs 10.0 ^{NS}	0.1222
BFT (g)	70.2 vs 79.7 **	0.0001
BST (g)	14.6 vs 10.0 **	0.0024
MC (días)	181.0 vs 89.0 **	0.0001
IC (g biomasa fresca·cm tallo ⁻¹)	0.75 vs 1.06 **	0.0001

NH=Número de hojas; LTT=Longitud total de tallo; LI=Longitud de inflorescencia; NFA=Número de flores abiertas; BFT= Biomasa fresca total; BST=Biomasa seca total; MC=Madurez comercial; IC=Índice de calidad; O-I=Otoño-Invierno; P-V=Primavera-Verano. NS = Diferencia no significativa **Diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.2.10. Índice de calidad (IC).

Con base en la clasificación de la Sociedad Americana de Floristas (SAF) de la calidad comercial de las inflorescencias de *Antirrhinum majus* L, el cultivar Orange de la serie Potomac fue el sobresaliente con 100% y 95% de los tallos florales en los períodos O-I y P-V, con calidad especial, que es la más alta clasificación para este ornamental (Cuadro 7). El IC para este cultivar fue de 1.59 g biomasa fresca·cm de tallo⁻¹ en el ciclo O-I y 0.83 en P-V obteniendo los índices más altos de calidad para esta especie en ambos ciclos (Figura 18). Los resultados indican que los

cultivares de la serie Potomac pueden lograr inflorescencias de calidad comercial en ambos ciclos de cultivo, pero particularmente en otoño-invierno (Figura 17), aún en condiciones de intemperie, tomando en cuenta la selección adecuada del cultivar y sus requerimientos de luz y temperatura por ciclo.

El cultivar Bronze de la serie Rocket fue el de menor calidad al obtener 63 y 67% de los tallos florales en O-I y P-V respectivamente con calidad Extra (Figura 17), una de las clasificaciones más bajas para esta especie; sin embargo, en el ciclo P-V logró mantener el IC más alto con 1.34 g biomasa fresca·cm de tallo⁻¹ con respecto a los otros cultivares (Cuadro 7).

El análisis de contrastes ortogonales mostró diferencias altamente significativas entre las series Rocket y Potomac en el ciclo de otoño-invierno. Los cultivares de la serie Potomac sobresalieron con un índice de calidad promedio de 1.35 g biomasa fresca·cm tallo⁻¹ con respecto de los Rocket (0.83); mientras que en P-V no hubo diferencias significativas entre series (Cuadro 5).

Los cultivares de la serie Potomac mostraron diferencias altamente significativas en el ciclo otoño-invierno con 0.52 g más de biomasa fresca·cm de tallo⁻¹ con respecto del ciclo primavera verano (0.83); mientras que los cultivares de la serie Rocket mostraron estas diferencias significativas en primavera-verano con valores de 1.06 g biomasa fresca·cm tallo⁻¹ con respecto del ciclo otoño-invierno (0.75) (Cuadro 6).

Cuadro 7. Calidad comercial de acuerdo con la Sociedad Americana de Floristas (SAF) en la producción de *Antirrhinum majus* L. (perrito) de corte en diferentes épocas de desarrollo en condiciones de intemperie.

Serie - Cultivar	Calidad SAF (% Tallos)								IC (g·cm tallo ⁻¹)	
	Especial		Sofisticada		Extra		Primera		O-I	P-V
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V		
Rocket										
Bronze	-	-	37	28	63	67	-	5	0.76	1.34
Red	-	-	58	25	35	63	7	12	0.75	0.79
Potomac										
Orange	100	95	-	5	-	-	-	-	1.59	0.83
Plumblossom	38	58	50	42	12	-	-	-	1.13	0.83

O-I=Ciclo Otoño/Invierno 2006; P-V=Ciclo Primavera/Verano 2007; SAF= Sociedad Americana de Floristas; IC= Índice de calidad.

Los cultivares de la serie Potomac (Orange y Plumblossom) se destacaron en cuanto a su IC (Figura 17), que fue de calidad Especial, la más alta clasificación para esta especie según la SAF con respecto de los cultivares de la serie Rockek (Bronze y Red) (Figura 17) que obtuvieron calidades Primera y Extra que son de las clasificaciones más bajas (Cuadro 3).

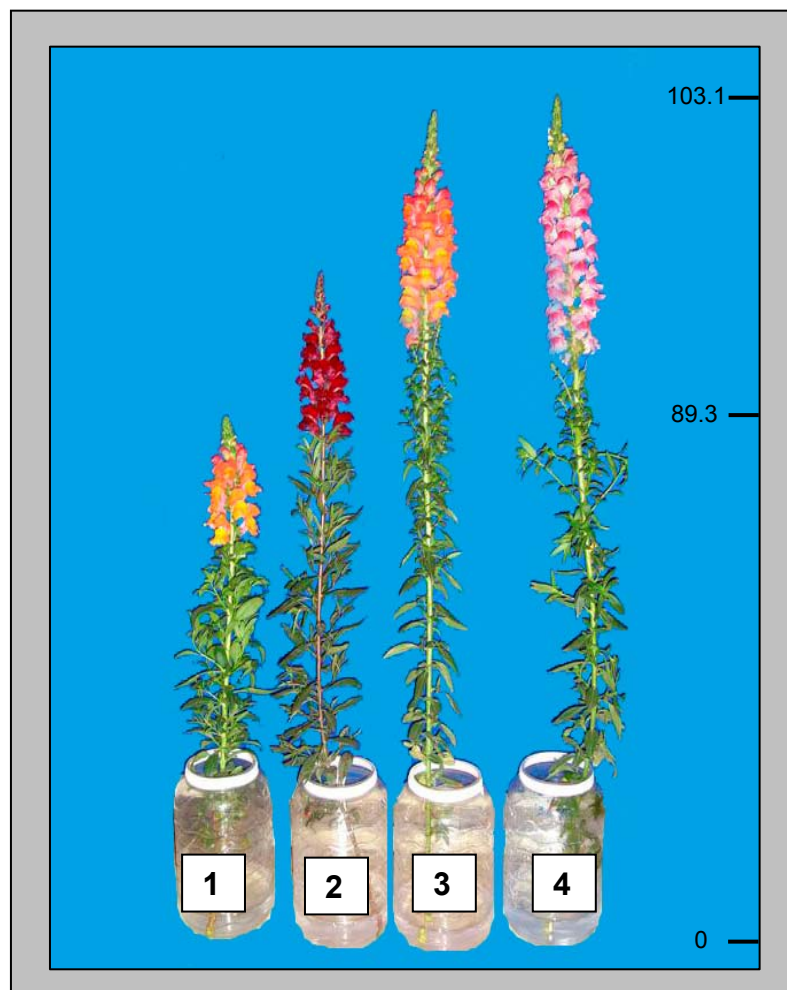


Figura 17. Inflorescencias de *Antirrhinum majus* L. (perrito) con diferentes calidades comerciales. 1: Primera (Rocket Bronze), 2: Extra (Rocket Red), 3 y 4: Especial (Potomac Orange y Plumblossom). Ejemplo de los tallos florales obtenidos en O-I.

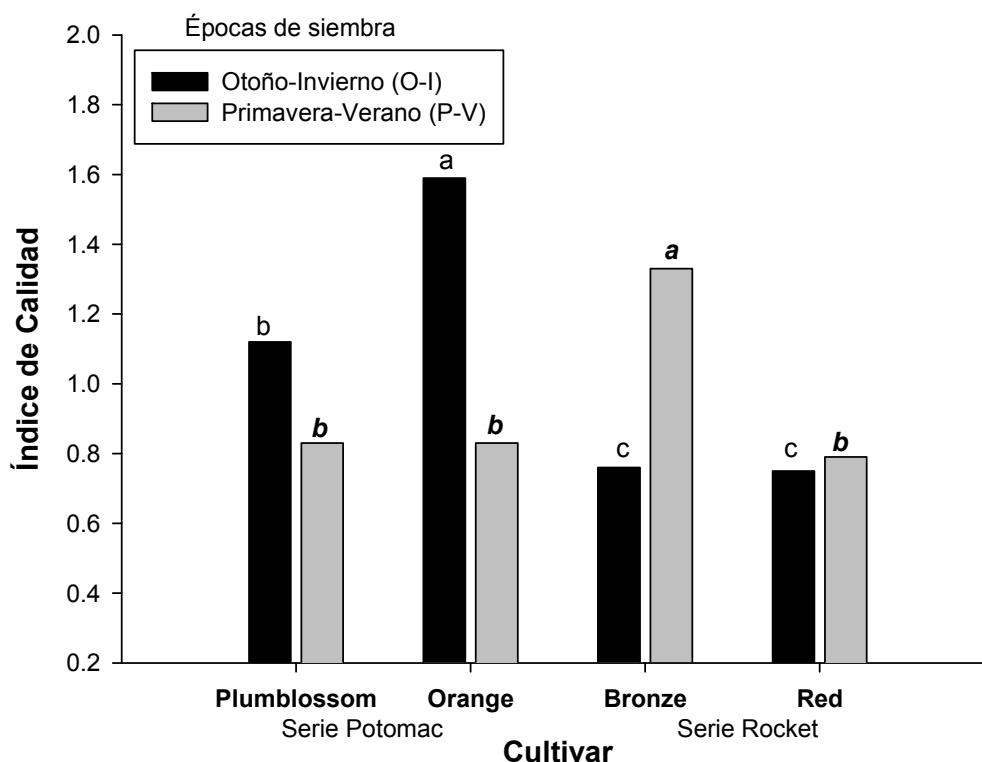


Figura 18. Índice de calidad de diferentes cultivares de *Antirrhinum majus* L. (perrito) después del transplante

4.3.1. Efecto de los grados día de desarrollo (GDD) y la acumulación diaria de luz (ADL) en la iniciación floral.

En el ciclo O-I, la iniciación floral de los cultivares de la serie Potomac se presentó 99 días después del transplante (DDT), acumulando 589 GDD y $965 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ mientras que en los cultivares de la serie Rocket fue a los 112 DDT logrando acumular 1041 GDD y $1733 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en promedio, casi el doble de los acumulados por los cultivares de la serie Potomac (Cuadro 8).

Durante el ciclo P-V, la iniciación floral en los cultivares de las series Potomac se mostró a los 44 DDT logrando almacenar 562 GDD y $921 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ lo cual es aproximadamente el 80% de los $685 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1107.5 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en promedio acumulados por los cultivares de la serie Rocket (Cuadro 8).

Cuadro 8. Grados días de desarrollo (GDD), acumulación diaria de luz (ADL) y eficiencia en el uso de radiación (EUR) en la producción de *Antirrhinum majus* L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en los ciclos de cultivo otoño-invierno (O-I) y primavera-verano (P-V) en Montecillo, México.

Serie/Cultivar	Estado de Desarrollo								Eficiencia	
	Iniciación a floración (GDD, °C·día ⁻¹)		Madurez Comercial (GDD, °C·día ⁻¹)		Iniciación a floración (ADL, MJ·m ⁻² ·d ⁻¹)		Madurez Comercial (ADL, MJ·m ⁻² ·d ⁻¹)		Radiación en cosecha (EUR, g·MJ ⁻¹)	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Rocket										
Bronze	1067a	680a	1740b	1387a	1770a	1126a	3112a	2099a	0.39	0.54
Red	1015b	690a	1715b	1230b	1697b	1089a	3058a	1871b	0.34	0.36
Promedios	1041	685	1727	1308	1733	1107	3085	1985	0.36	0.45
Potomac										
Orange	607c	572b	1278a	1253b	1007c	935b	2223b	1947b	0.67	0.48
PlumBlossom	572d	552b	1231a	1126c	924d	907b	2115b	1678c	0.55	0.58
Promedios	589	562	1254	1189	965	921	2169	1812	0.61	0.53

O-I=Otoño-Invierno; P-V=Primavera-Verano. MJ⁻¹=Mega Joules. Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

4.3.2. Efecto de de los grados día de desarrollo (GDD), la acumulación diaria de luz (ADL) y la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) en la madurez comercial

Con respecto de los requerimientos de GDD y ADL para alcanzar la madurez comercial, durante el ciclo O-I los cultivares de la serie Potomac acumularon 1254 GDD y 2169 MJ·m⁻²·d⁻¹ de ADL en promedio a los 137 DDT de cultivo, mientras que los cultivares de la serie Rocket requirieron 1727 GDD y 3085 MJ·m⁻²·d⁻¹ de ADL (Cuadro 8) en promedio para alcanzar la madurez comercial a los 181 DDT. En este ciclo de cultivo, la temperatura promedio fue de 9.7 °C y se acumularon 15.3 MJ·m⁻²·d⁻¹ de radiación solar incidente (Cuadro 4). Se observó que los cultivares de la serie Potomac necesitaron menos GDD y ADL en ambos ciclos de cultivo en comparación con los cultivares de la serie Rocket para alcanzar la madurez comercial (Figura 16 y Cuadro 8).

En el ciclo P-V, los cultivares de la serie Potomac alcanzaron la madurez comercial a 1189 GDD y ADL 1812 MJ·m⁻², lo cuál ocurrió a los 81 DDT, en tanto que los cultivares de la serie Rocket alcanzaron la madurez comercial a 1308 GDD y ADL de

1985 MJ·m⁻² que correspondió a 89 DDT. La temperatura promedio en este período fue 14.5 °C con 22 MJ·m⁻². Aunque la diferencia en los requerimientos de GDD y ADL entre los cultivares no fue significativa, los cultivares de la serie Potomac alcanzaron más rápido su madurez comercial, que fue 8 días antes que los Rocket (Figura 16)

Los cultivares de la serie Potomac alcanzaron la iniciación a floración durante el ciclo O-I con 43% GDD y 44 % MJ·m⁻² menos a la serie Rocket; mientras que en el ciclo P-V las reducciones fueron de 14.8 % GDD y 16.8% de ADL. En cambio, los cultivares de las dos series fueron similares tanto en GDD y ADL durante la madurez comercial. Los cultivares de la serie Rocket requirieron 11% más GDD que los cultivares de la serie Potomac (Cuadro 8).

Los cultivares de la serie Potomac tuvieron mayores EUR en ambos ciclos (O-I y P-V) con 0.61 y 0.53 g de biomasa seca·MJ⁻¹ en promedio respectivamente, que los cultivares de la serie Rocket con EUR de 0.36 y 0.45 g de biomasa seca·MJ⁻¹ en promedio respectivamente (Cuadro 8). El cultivar Orange presentó mayor EUR (0.67 g de biomasa seca·MJ⁻¹) durante el ciclo O-I, mientras que el cultivar Plumblosson fue el que tuvo la mayor EUR durante el ciclo P-V (0.58 g de biomasa seca·MJ⁻¹) (Cuadro 8). Esto indica que los cultivares de la serie Potomac presentaron mayor eficiencia en el uso de la radiación solar, al presentar una mayor conversión de energía a biomasa, esto por su mayor área foliar expuesta.

5. DISCUSION

5.1. Aclimatación de *Antirrhinum majus* L. (perrito) al ambiente de producción

El ambiente en la intemperie durante la producción de *Antirrhinum majus* L. fue apropiado en cuanto al nivel de radiación diaria con promedios de $15 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en el ciclo otoño-invierno y $22 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en el ciclo primavera-verano (Cuadro 5), tomando como referencia el estudio realizado por Munir *et al.*, (2004b) quienes obtuvieron tallos de perrito aún con $7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en invernadero en la Universidad D. I. Khan, Pakistan. Esto indica que acumulaciones diarias de luz entre 22 y $7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ son condiciones en las que se puede producir *A. majus*

Las temperaturas medias diurnas del aire fueron entre $16.5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Otoño-Invierno) y $20.5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Primavera-Verano), las cuales estuvieron en el intervalo recomendado de 14 y $25 \text{ }^\circ\text{C}$ para la serie Potomac (Hamrick, 2003) y entre 18 y $26 \text{ }^\circ\text{C}$ para la serie Rocket (Pan American Seed, 1998). En cambio, las temperaturas medias nocturnas estuvieron por debajo de la recomendación de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ para la serie Potomac en el ciclo otoño-invierno ($9.8 \text{ }^\circ\text{C}$) y Primavera-Verano ($13.6 \text{ }^\circ\text{C}$). En la serie Rocket, sólo la temperatura media nocturna (13.7°C) del ciclo primavera-verano estuvo dentro del intervalo recomendado (13 y $15 \text{ }^\circ\text{C}$) mientras que en el ciclo otoño-invierno fue de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ en promedio. Además se presentaron siete heladas durante el ciclo otoño-invierno, con una mínima de $-5.6 \text{ }^\circ\text{C}$ la más severa; sin embargo todos los cultivares investigados alcanzaron la etapa de madurez comercial, lo cual se relaciona directamente con la capacidad de aclimatación de esta especie a condiciones de cultivo invernales en el Valle de México.

Estas temperaturas subóptimas nocturnas y por debajo de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ prolongaron la ocurrencia de las etapas fenológicas, debido a que se disminuyó la tasa de fotosíntesis, la respiración, la translocación de carbohidratos a los puntos de demanda (Hale y Orcutt, 1987; Munir *et al.*, 2004a; Munir *et al.*, 2004b). Esto se observó cuando al comparar el número de días de transplante a madurez comercial que fue mayor en otoño-invierno en ambas variedades, ya que los cultivares de la serie Potomac la alcanzaron en 4.5 meses (137 días), mientras que a los cultivares de la serie Rocket les tomó 6 meses (180 días). En cambio, en el ciclo primavera-verano ambas series alcanzaron la madurez comercial en 3 meses. Es observable la

interacción genotipo-ambiente en los cultivares como los de la serie Rocket que duplicaron su ciclo de cultivo durante el invierno (90 días más que en la primavera), mientras que en este mismo ciclo, los cultivares de la serie Potomac sólo fueron 56 días más largos; esto posiblemente se debe a un efecto entre la temperatura y el fotoperíodo. Munir *et al.*, 2004a encontraron que con fotoperíodos de 16 h a temperaturas de 10 °C el *A. majus* floreció en 109 días después del transplante mientras que a 20 °C logró esta fase en 86 días, logrando una disminución en tiempo de 23 días; mientras que Cremer *et al.*, (2000) mostraron que el tiempo a floración se redujo hasta 50 días con incrementos en el fotoperíodo de 6 a 16 horas, en la misma especie, a temperatura promedio del aire de 20 °C.

Estas condiciones invernales permitieron obtener tallos florales con mayor número de hojas, tallos más largos, una mayor longitud de la inflorescencia y una biomasa fresca y biomasa seca mayores que en el verano (Figuras 9, 10, 11, 14, 15). Ya que, a pesar de que fueron menores los niveles diarios de radiación global, la acumulación diaria de luz fue mayor, y el periodo de crecimiento del cultivo se extendió hasta 3 y 1.5 meses más en otoño-invierno que en primavera-verano en los cultivares de la Serie Rocket y de la serie Potomac respectivamente. Esto permitió inclusive obtener un mayor número de tallos florales y de mejor calidad en la serie Potomac.

5.1. Acumulación de grados día de desarrollo (GDD)

Es notable que durante el ciclo otoño-invierno, los cultivares de la serie Potomac requirieron cerca de 30% menos grados día de desarrollo ($473\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$ de diferencia), que los cultivares de la serie Rocket, para alcanzar la madurez comercial, mientras que en primavera-verano sólo fue 15% menos ($118\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$). Esta respuesta diferencial también se observó cuando se compararon las series entre ciclos, en donde los cultivares de la serie Rocket requirieron cerca de 25% menos en verano que en invierno ($419\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$ de diferencia), mientras que en los cultivares de la serie Potomac esta diferencia fue apenas de 5% ($64\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$).

Esto indicó que el uso exclusivo de los grados día de desarrollo como herramienta para estimar la ocurrencia de eventos fenológicos, no se aplica a los cultivares de la serie Rocket. El desarrollo de estos cultivares es afectado por el fotoperíodo y la

temperatura lo que concuerda con Haney (1953). Maginnes (1964) fué más específico e indicó que la iniciación floral del *A. majus* es controlada por el fotoperíodo largo mientras que la fecha de ocurrencia de la floración del racimo es modificada por la temperatura. La reducción en el número de días a madurez comercial entre los ciclos otoño-invierno y primavera-verano, fue debida al efecto del fotoperíodo, particularmente en los cultivares de la serie Rocket, ya que aumentó de 11.6 horas desde su siembra, hasta 12.2 horas en su cosecha en el ciclo otoño-invierno; mientras que en el ciclo primavera-verano fue entre 12.5 h en la siembra y de 13.1 h en su cosecha.

En cambio, los grados día de desarrollo pueden ser útiles para predecir el tiempo de iniciación a floración y de cosecha de los cultivares de la serie Potomac, sin ser afectados por el fotoperíodo, en los ciclos evaluados. En consecuencia, es claro que cada genotipo responde a requerimientos específicos de luz y temperatura (Raulston, 1970), factores que no sólo determinan que un cultivo produzca mejor, sino también permite determinar la estación ideal para su desarrollo (Munir *et al.*, 2004a).

Además, se debe considerar que existen otros factores tales como el estrés hídrico y el estado nutricional de la planta que pueden afectar la linealidad de la acumulación de los grados día de desarrollo (Brisson y Delécolle, 1991; Bonhomme, 2000), factores que con valores extremos, reducen o aceleran la tasa de desarrollo de un cultivo (Gastal *et al.*, 1992).

5.2. Eficiencia en el uso de la radiación solar (EUR)

La EUR de los cultivares durante el ciclo primavera-verano fue entre 0.36 y 0.58 g de biomasa seca·MJ⁻¹; no se presentó una diferencia marcada entre series pero sí entre cultivares, en donde Red y Orange fueron los menos eficientes mientras que el cultivar PlumBlossom fue el más eficiente. En cambio durante el ciclo otoño-invierno, los cultivares de la serie Potomac fueron 40% (0.61 g de biomasa seca·MJ⁻¹) más eficientes que los de la serie Rocket (0.36 g de biomasa seca·MJ⁻¹), particularmente el cultivar Orange que alcanzó 0.67 g de biomasa seca·MJ⁻¹.

La mayoría de los cultivares tuvieron mayor EUR durante el verano, lo que concuerda con Mendham *et al.* (1981) quienes indicaron que *Brassica napus* L. presentó una EUR más alta durante el verano, mientras que en una investigación en olivo, la EUR se incrementó de la primavera al otoño descendiendo en el invierno (Mariscal *et al.*, 2000).

Se debe recordar que la EUR cambia de acuerdo con la nutrición, con el metabolismo (Sinclair y Horie, 1989), con la localidad, con el año, con el genotipo y con la densidad de población (Kiniry *et al.*, 1989). En particular la densidad de población puede explicar parcialmente el comportamiento de los cultivares de perrito en su EUR, ya que se recomendaron de 93 a 125 plantas·m⁻² en verano y de 80 a 95 plantas·m⁻² en invierno en cultivares para flor de corte como lo son Orange y Plumblossom de la Serie Potomac (Dole y Wilkins, 2004), mientras que Hamrick (2003) recomendó de 100 a 130 plantas·m⁻² en verano y de 85 a 90 plantas·m⁻² en el invierno que es cuando se presentan bajos niveles de luminosidad (latitudes altas) para los cultivares de la serie Potomac. En cambio, para la serie Rocket se especificaron 40 plantas·m⁻² lo cual es típico para jardinería (Pan American Seed, 1998). En esta investigación se propuso la densidad de 80 plantas m⁻² porque se calculó el promedio de la densidad de población para las series de invernadero y para las de jardinería.

De acuerdo a lo anterior, los cultivares de la serie Potomac fueron sembrados en invierno a una densidad dentro de lo recomendado por Dole y Wilkins (2004), y sólo durante el verano fueron cultivados a una menor densidad por lo que sus EUR fueron menores o iguales que en el invierno. En cambio, los cultivares de la serie Rocket fueron sembrados a una mayor densidad de lo recomendado, por lo que presentaron una competencia intraespecífica mayor en ambos ciclos, lo que tuvo consecuencias en la EUR. En un experimento con *Amaranthum spp*, la EUR incrementó de 1.22 a 1.44 g biomasa seca MJ⁻¹ conforme aumentó la densidad de siembra de 30 a 90 plantas m⁻² (Kaul *et al.*, 2000).

Los cultivares de *A. majus* resultaron ser menos eficientes para producir biomasa, en comparación con otras especies tales como, alfalfa (*Medicago sativa*, 1.17 g biomasa seca MJ⁻¹) (Betancourt *et al.*, 2005), maíz (*Zea mays*, 1.30 g biomasa seca

MJ⁻¹) (Andrade *et al.*, 1992), avena (*Avena sativa* 1.47 g biomasa seca MJ⁻¹) (Kaul *et al.*, 2000) sorgo (*Sorghum bicolor*, 1.5 g biomasa seca MJ⁻¹) (Rosenthal *et al.*, 1993) y Pasto Rhodes (*Chloris gayana*, 1.77 g biomasa seca MJ⁻¹) (Betancourt *et al.*, 2005). Sinclair y Muchow (1999) mencionaron que las gramíneas son más eficientes en el uso de la radiación para formar biomasa, debido a que las leguminosas utilizan gran parte de la radiación interceptada para formar otros compuestos como las proteínas. En los *A. majus*, la madurez comercial sólo incluye la formación de hojas y flores pero no de frutos o granos como en gramíneas y leguminosas, por lo que en principio la acumulación de biomasa es menor. Además, las especies comestibles han sido mejoradas para hacer eficiente la producción y translocación de fotosintatos de los puntos de fuente a las demandas como son frutos y semillas, lo cual no es el caso de ornamentales como el perrito.

6. CONCLUSIONES

La radiación solar existente en el ciclo otoño-invierno ($15.3 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) y en el ciclo primavera-verano ($22 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) y las temperaturas en intemperie fueron de 13.7 a 20.5 °C (primavera-verano) y en otoño-invierno de 9.8 a 16.5 °C, éstas permitieron el desarrollo de los cultivares de la serie Potomac y de la serie Rocket, pero afectaron la duración del ciclo de cultivo, el porte general de los tallos florales y en consecuencia la calidad comercial de los cultivares de *Antirrhinum majus* L., estudiados. El efecto de estas condiciones repercutió en el alargamiento del ciclo de cultivo de ambas series en otoño-invierno y el acortamiento en primavera-verano.

Conforme la temperatura y la radiación solar interceptada aumentaron, se redujo el tiempo de iniciación floral y por lo tanto la madurez comercial. Los cuatro cultivares de *Antirrhinum majus* L. requirieron de mayor tiempo de cultivo en otoño-invierno que en primavera-verano; sin embargo, se tuvo mejor calidad de tallos florales en los cultivares de la serie Potomac en el ciclo otoño-invierno.

Los cultivares de la serie Potomac fueron los mejores en aclimatarse a la intemperie en la región de Texcoco en los dos ciclos de cultivo; al lograr mayores: biomasa fresca, biomasa seca, longitud de tallo, longitud de espiga, número de flores abiertas e índice de calidad. En ambos ciclos de cultivo, requirieron menos días a cosecha, por lo que se consideran genotipos precoces; esto se debió a que los cultivares de la serie Potomac además de haberse aclimatado mejor, no presentaron sensibilidad al fotoperíodo en ambos ciclos, mientras que los cultivares de la serie Rocket si presentaron sensibilidad, lo que provocó que su ciclo de cultivo se alargara en ambas épocas.

De acuerdo con los estándares de calidad comercial de la Sociedad de Floristas Americanos (SAF) las inflorescencias cosechadas de los cultivares de la serie Potomac lograron la categoría Especial, la clasificación más alta para esta especie; mientras que las inflorescencias de los cultivares de la serie Rocket obtuvieron categoría Primera, una de las más bajas para este tipo de ornamental. Esto explica que los cultivares de la serie Potomac pueden producirse en ambas épocas de

cultivo como flor de corte, logrando inflorescencias con calidad comercial para el mercado nacional e internacional.

Se esperaba que los cultivares de la serie Rocket (Bronze y Red) superaran en calidad a los cultivares de la serie Potomac, debido a que aquellos son híbridos destinados para cultivo en intemperie y los Potomac (Orange y Plumblossom) son híbridos que solo se han estudiado en invernadero; sin embargo ocurrió lo contrario y esto pudo ser porque las condiciones que prevalecieron en ambas épocas en intemperie, para los cultivares de la serie Potomac, fueron similares con respecto de las que ésta requiere en invernadero que es donde normalmente se han producido. Sin embargo, a pesar de que los cultivares de la serie Rocket no lograron calidades como flor de corte en la región de Texcoco y que su ciclo fue de 6 meses en otoño-invierno, se pueden considerar para su cultivo en jardines, como lo indica la compañía Pan American Seed Co., (1998).

7. RECOMENDACIONES

Los estudios realizados, indicaron que los cultivares Orange y Plumblosson de la serie Potomac, del grupo IV, fueron los que obtuvieron tallos florales con mayor producción y con elevada calidad comercial según la Sociedad de Floristas Americanos (SAF), en menor tiempo en ambos ciclos de cultivo en condiciones de intemperie, por lo que se recomiendan para uso comercial como flor de corte, en la región de Texcoco.

En cuanto a la producción de inflorescencias de perrito de la serie Rocket (Red y Bronze) no se recomienda su cultivo para flor de corte en intemperie en ésta región y en las épocas estudiadas, debido a que la calidad obtenida de estos dos cultivares fue baja, además de requerir hasta dos meses más para su cosecha en O-I, con respecto de la siembra de la misma serie en la época de P-V. Sin embargo, se pueden utilizar para uso de jardinería, que es para lo que fueron diseñados, no sin antes evaluar la relación costo beneficio.

Debido a la falta de información sobre el cultivo de *Antirrhinum majus* L. en intemperie, en particular de los cultivares de la serie Potomac (destinados para producción en invernadero), se debe de continuar con la investigación para profundizar más en el tema. Un siguiente estudio puede ser la evaluación de los cuatro cultivares utilizados de *A. majus* en intemperie en el ciclo verano-otoño en la región de Texcoco.

8. LITERATURA CITADA

- Alpi, A., F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 347 p.
- Andrade, F. H., S. A. Uhart, G. G. Arguissain and R. A. Ruiz. 1992. Radiation use efficiency of maize grown in a cool area. *Field Crops Research* 28: 345-354.
- Aukerman, M. and R. Amasino (1998). Floral induction and florigen. *Cell* 93:491-494.
- Avitia, E. y A. M. Castillo. 2007. Desarrollo floral en frutales. Dirección General de Difusión Cultural y Servicio, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 142 p.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talon. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. Mc.Graw Hill. Interamericana. Madrid, España. 573 p.
- Barrs, H. D. 1968 Determination of water deficits in plant tissues, pp. 235-368. *In: water deficits and plant growth*. Vol. 1. T. T. Kozlowski, (ed). Academic Press, Inc., New York, USA.
- Bernier, G., J. M. Kinet and R. M. Sachs. 1981. The Physiology of flowering. Vol. II CRS. Boca Raton, Florida. 230 p.
- Bernier, G. 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 39:175-219.
- Betancourt, P., B. Figueroa y C. Ortiz. 2005. Erosión hídrica y uso de la radiación solar por especies forrajeras en la cuenca del río Coxacoaco, México. *Rev. Fac. Agron.* 22(2): 155-156.
- Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using 'degree day' units. *European Journal of Agronomy* 13: 1-10.
- Boodley, W. B. 1998. The commercial greenhouse. Delmar Publishers. 2nd edition. Nueva York. pp: 477-482.
- Bradley, D., V. Coral, R. Carpenter and E. Coen. (1996). Pathways for inflorescence and floral induction in *Antirrhinum*. *Development* 122: 1535-1544.
- Brisson, N. and Delécolle, R. 1991. Développement et modèles de simulation de culture. *Agronomie* 12: 253-263.
- Buban, T. and M. Faust. 1982. Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. *Hort. Rev.* 4: 174-203.
- Bugarín, M. R. y A. G. Espínola, P. S. García, D. G. Paredes. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra* 20: 401-409.

- Cáceres, L. A., D. E. Nieto, V. J. Florez y B. Chaves. 2003. Efecto del ácido giberélico (GA3) sobre el desarrollo del botón floral en tres variedades de rosa (*Rosa* sp). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cachón, L. E., H. Nery y H. E. Cuanalo de la Cerda. 1974. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Secretaría de Agricultura y ganadería. Colegio de Postgraduados, México. 79 p.
- Castelán-Estrada, M. y E. Becerril-Román. 2004. Fisiología de la producción forzada en guayaba. II. Nutrientes y respuesta floral. *Interc.* 29: 680-685.
- Cathey, H. M. (1969). Guidelines for the germination of annual, pot plant and ornamental herb seeds-3. *Florist' Rev.* 144(3744): 26-29.
- Cockshull, K. E. 1985. *Antirrhinum majus*, pp. 476-481. *In: Handbook of Flowering.* Vol. I. Halevy, A. H. (ed). CRC. Press. Boca Raton. Florida, USA.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1262 p.
- Cruz-Castillo, J. G., P. A. Torres-Lima y J. Mendoza-Ramirez. 2001. Shade, fertilizers and a natural bioregulator to improve *Zantedeschia* growth in a Mexican tropical upland area. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 85(3-4):135-142.
- Curtis, P. J. 1986. Microtecnia vegetal. Trillas Editor. D. F. México. 106 p.
- De Fina, A. L. y A. C. Rabelo. 1973. Climatología y fenología agrícola. Eudeba Editor. Buenos Aires. 355 p.
- Delworth, C. I. 1946. Fundamentals and details in producing quality snapdragons. *Florists' Rev.* 99(2559): 35-36.
- Derbergh, P. 1987. Recent trends in the application of tissue culture to ornamentals. *Plant Tissue and Cell Culture* (Green CE, Somers DA, Hackett, Biesboer, DD, eds.) pp: 383-393, Alan R. Liss, Inc. New York.
- Díaz, D. H. 2002. Fisiología de árboles frutales. 1ª edición. AGT Editor. pp: 127-128.
- Dole, J. M. and H. F. Wilkins. 2004. Floriculture: Principles and Species. Second Edition. Pearson. Prentice Hall, New Jersey. USA. 284-294 p.
- Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants. Second edition. Wiley & Sons Ed. New York, USA. 550 p.
- Engelhard, A. W. 1971. Botrytis-like disease of rose, chrysanthemum, carnation, snapdragon and King aster caused by *Alternaria* and *helminthosporium*. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 83: 455-457.

- Erickson, R. O. and F. J. Michelini. 1957. The plastochron index. *Amer. Jor. Bot.* 44: 572-579.
- Faust, J. E., V. Holcombe, N. Rajapakse and D. R. Layne. 2005. The effect of daily light integral on bedding plant growth and flowering. *Hortscience* 40 (3): 645-649.
- Faust, J. E. 2003. Light, 71-84 pp. *In: Ball Redbook. Crop Production. Vol. 2. 17 th edition. HAMRICK, D. (ed). Ball Ed. Batavia, USA.*
- Fausey, B. A., R. D. Heirs and A. C. Cameron. 2005. Daily light integral affects flowering and quality of greenhouse-grown *Achillea*, *Gaura*, and *Lavandula*. *Hortscience* 40 (1): 114-118.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Copen. 4a edición. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 219 p.
- Gastal, F., Belanger, G., Lemaire, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperatura. *Ann. Bot.* 70: 437-442.
- Gladioli, J. L., D. Dourado-Neto, A. G. García, M. V. Lasanta. 2000. Temperatura do ar, rendimento de grao de milho e caracterizacao fenológica asociada a soma térmica. *Scientia Agrícola*, 57(3): 377-383.
- Gonçalves, C. 2006. Fenología, exigencias bioclimáticas y características físicas de *Zinia 'Profusion Cherry'* cultivada en ambiente protegido. Tesis de maestría. Instituto Agronómico. Curso de postgraduados en agricultura tropical y subtropical. Campinas SP. 65 p.
- Gutiérrez, E. J. 2005. Cultivo de perrito: Una alternativa con potencial. *Tecnoagro.* 19: 42.
- Gutiérrez, E. J. 2003. Growth, development and photosynthesis of the snapdragon (*Antirrhinum majus*) L. leaf canopy during different seasons. Doctoral Thesis. University of Guelph. Department of Plant Agriculture.
- Gutiérrez, E. J. y J. A. Reyes. 2006. Dinámica del ambiente. El cultivo protegido de ornamentales. *Tecnoagro.* 34: 26-27.
- Gutiérrez, V. M. y K. Jiménez. 2007. Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra. *Agronomía Costarricense* 31:9-19.
- Hale, M. G. and D. M. Orcutt. 1987. The physiology of plants under stress. A Wiley interscience publication, John Wiley & Sons. New York. pp: 58-111.
- Halevy, A. H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flower. *Horticultural reviews* 2: 60-112.
- Hammer, A. 2003. Greenhouse structures: What is greenhouse? Pp. 1-2. Chapter 1. *In: Ball Red Book. Vol. 1 Greenhouses and equipment. Beytes, Ch (Eds.) Ball Publishing, Illinois, U. S. A.*

- Hamrick, D. 2003. Ball Redbook. Crop Production. Vol. 2. 17 th edition. Ball Ed. Batavia, USA. 724 p.
- Hanan, J. 1998. Chapter 8, Climate control. In J. Hanan. Greenhouses: Advanced technology for protected culture. CRC Press. Boca Ratón, Fla. USA. pp 573-609.
- Haney, W. J. 1961. Snapdragon culture. Mich. Florist. 366: 25-29.
- Hedley, C. L. 1974. Response to Light intensity and day-length of two contrasting flower varieties of *Antirrhinum majus* L. J. Hort. Sci. 49: 105-112.
- Hidalgo, C. E. 2000. La floricultura tiene campo para crecer. Periódico de información agrícola. Año I. No. 7.
- Hoog, J. 2001. Handbook for modern greenhouse rose cultivation. Appl. Plant Res. 220 p.
- Howland, J. E. 1946. Foliar dieback of the greenhouse snapdragon *Antirrhinum majus* and a study of the influency of certain environmental factors upon flower production and quality. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 47: 485-497.
- Huxley A., M. Griffiths and M. Levy. 1992. *Antirrhinum*, pp. 194-195 in The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening, Vol. 1. Stockton Press, New York.
- Jensen, W. A. 1962. Botanical histochemistry. Principles and practice. W. H. Freeman, San Francisco. 408 p.
- Jenni, S., D. C. Cloutier, G. Borgeois, K. A. Stewart. 1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis of perfect flwers. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121: 274-280.
- Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York. 523 p.
- Jones, S. B. Jr. and A. E. Luchsinger. 1979. Plant Systematics. Mc Graw Hill. Book Company. 388 p.
- Kamaha, C. and J. D. Maguire. 1992. Effect of temperature on germination of six winter wheat cultivars. Seed Science and Technology, Zurich, 20: 181-185.
- Kaul, H. P., M. Kruse and W. Aufhammer, 2000. Yield an radiation use efficiency of pseudocereals compared with oat. Pflanzenbauwissenschaften 4: 9-14.
- Khattak, A. M. and S. Pearson. 2005. Light quality and temperature affects on *Antirrhinum* growth and development. J. of Zhejiang University Science 6 (2):119-124.

- Kiniry, J. R., C. A. Jones, J. C. O'Toole, R. Blanchet, M. Cabelguenne and D. A. Spanel. 1989. Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling for five grain-crop species. *Field Crops Res.* 20: 51-64.
- Lindstom, R. S. (1966). Snapdragons-60°F and CO₂. *Florist' Rev.* 139(3591): 18-19, 51-54.
- Maginnes, E. A. and R. W. Langhans. 1964. The effect of photoperiod and temperature on initiation and flowering of snapdragon (*Antirrhinum majus* – variety 'Jackpot'). *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 75: 761-768.
- McMutrie, R. E. and Y. P. Wang. 1993. Mathematical models of the photosynthetic response of trees stands to rising CO₂ concentrations and temperatures. *Plant Cell Environ* 16: 1-13.
- Mansfield, T. A. and M. B. Jones. 1976. Photosynthesis leaf and whole plant aspect pp. 294-321. Hall, M.A. (ed.). *Plant structure function and adaptation*. Mc. Millan Press. U.S.A.
- Mariscal, M. J., F. Orgaz and F. J. Villalobos. 2000. Radiation-use efficiency and dry matter partitioning of a young olive (*Olea europea*) orchard. *Tree Physiology* 20: 65-72.
- Martínez, R. V. 2002. Evaluación de tecnologías adecuadas a las diferentes regiones de México. En: *Manejo fitosanitario de ornamentales*. 1a edición. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. México. pp: 199-211.
- Massante, H. 1963. Untersuchungen ubre den Einfluss der temperatur auf die lagerung und keimung von zierpflanzensamen. *Gartenbauwissenschaftn*, Stuttgart, 28: 173-197.
- Massigman, A. M. 1987. Determinacao de temperaturas-base, graus-día e influencia de variáveis bioclimáticas de fases fenológicas de cultivares de girasol (*Heliantus annuus* L.) Dissertacao (de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luis Queiroz", Universidad de Sao Paulo, Piracicaba.
- Mendham, N. J., P. A. Shipway, and R. K. Scot. 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 389-416.
- Metacalf, H. N. and J. N. Sharma. 1971. Germplasm resources of the genus *Zinnia* L. *Economic Botany*, New York. 25(2): 169-181.
- Miller, R. O. 1962. Variations in optimum temperaturas of snapdragons depending on plant size. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 81: 535-543.
- Miranda, M. A. y E. J. Gutiérrez. 2005. Cultivo de Perrito (*Antirrhinum majus* L.): Una alternativa con potencial. *Tecnoagro*. 19: 42.

- Miranda, M. A. 2007. Producción, calidad comercial y vida de florero de *Antirrhinum majus* L. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Programa de Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, Estado de México. México. 59 p.
- Molina, R. V., A. García-Luis, V. Coll, C. Ferrer, M. Valero, Y. Navarro and J. Guardiola. 2004. Flower formation in the Saffron Crocus (*Crocus sativus* L.). The role of temperature. *Acta Horti*. 650: 39-47.
- Monteith, J. L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 281: 277-294.
- Moorby, J. y F. L. Milthorpe. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Traducción al español por H. Gozales Idiarte.. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Munir, M., M. Jamil, J. Baloch and K. Khattak. 2004a. Growth and flowering of *Antirrhinum majus* L. under varying temperatures. *International Journal of Agriculture & Biology* 6(1): 173-178.
- Munir, M., M. Jamil, J. Baloch and K. Khattak. 2004b. Impact of light on flowering time and plant quality of *Antirrhinum majus* L. cultivar Chimes White. *Journal of Zhejiang University Science* 5(4): 400-405.
- Neild, R. E. and M. W. Seeley. 1977. Applications of growing degree days in field corn production. 426-436. *In: Agrometeorology of the maize crop*. World Meteorology Org. Geneva, Switzerland.
- Niu, G., R. D. Heins, A. C. Cameron and W. H. Carlson. 2001. Day and night temperatures, daily light integral, and CO₂ enrichment affect growth and flower development of *Campanula carpatica* "Bleu Clips". *Scientia Horticulturae* 87: 93-105.
- Noordegraaff, C. V. 1994. Production and marketing of high quality plants. *Acta Horticulturae*, Wagening, 353: 134-148.
- Pan American Seed. 1998. Product Information guide 1998. Pan American Seed Co. PAS9805. Chicago Illinois.
- Pasian, C. C. and J. H. Lieth. 1994. Prediction of flowering rose shoot development based on air temperature and thermal units. *Scientia Hort.* 59:131-145.
- Pascale, A. J. and E. A. Damario. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. 1ed. Universidad de Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 550 p.
- Petersen, H. 1955. Artificial Light for seedlings and cuttings. N.Y. State Flower Grow. Bull. 122, 2-3.

- Pereira, A. R., L. R. Angelocci and P. C. Sentelhas. 2002. Agrometeorología. Fundamentos e Aplicacoes Práticas. Livraria e editora Agropecuaria, Guaíba. 478 p.
- Pimienta, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. *Fitotecnia* 7:154-174.
- Pinto, A. C. 2003. Efeito de tamanho de vaso, sistema de conducao e reguladores vegetais no desenvolvimento e na qualidade de cultivares de zínnia. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciencias Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.
- Poe, S. 1971. Major pests of snapdragon. *Fla. Flower Grow.* 8(2): 1-3.
- Porter, D. M. and R. Aycock, 1967. Snapdragon leafspot caused by *Cercospora antirrhina*, N. C. Agric. Exp. Stn. Tech Bull. 179: 1-31.
- Pramuk, L. A. and E. Runkle. 2003. Temperature and light on bedding plants. *Greenhouse Product News* 13(7): 32-41.
- Pramuk, L. A. and E. S. Runkle. 2006. Photosynthetic daily light integral during the seedling stage influences subsequent growth and flowering of *Celosia*, *Impatiens*, *Salvia*, *Tagetes* and *Viola*. *Hortscience* 40 (5): 1336-1339.
- Raabe, R. D., J. H. Hurlimann y R. H. Sciaroni. 1970. Powdery mildew control with benomyl for greenhouse-grown snapdragons. *Florist Nursey Exch.* 153(17): 4.
- Rabinowitch, H. D., C. L. Hedley, A. E. Arthur. 1976. Variation in budding and flowering time comertial cultivars of *Antirrhinum majus* L. *Sci. Hort.* 5: 287-271.
- Raulston, J. C. 1970. Relationships of snapdragon response groups to cultivar performance in Florida field production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 83:449-454.
- Reid, M. S. and L. Dodge. 2006. Manejo de calidad poscosecha en “los perritos”. Flores y follajes ornamentales. Septiembre-octubre 07 (2): 26-28 [.www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_revistaense/archivos/N_20_2005/apuntes](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_revistaense/archivos/N_20_2005/apuntes). Fecha de consulta septiembre 2007.
- Rodríguez, A. J. 1989. Inducción y diferenciación floral en frutales tropicales y subtropicales; una especie de revisión. *Memorias del Simposium Producción Forzada en Frutales*. Colegio de Postgraduados. México. 55 p.
- Rogers, M. N. 1992. Perrito o Dragón. En: *Introducción a la floricultura*. R. A. Larson (ed). Academic Press. Progreso, México. pp. 95-114.
- Rogers, M. N. 1973. An Historical and Critical Review of Postharvest Physiology Research on Cut Flowers. *HortScience* 8(3): 189-194.

- Rojas, V. A. 2005. Fertilización mineral y biológica en la producción comercial de tallos de perrito para flor de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Programa de Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, Estado de México. México. 90 p.
- Román, S. S. 2001. Libro Azul: Manual básico de fertirriego. Soquimich Comercial S. A. Santiago, Chile. pp: 67-107.
- Rosenthal, W. D., T. J. Gerik and L. J. Wade. 1993. Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plants densities. *Agron. J.* 85: 703-705.
- Rosenthal, W. D. and T. J. Gerik. 1991. Radiation use efficiency among Cotton cultivars. *Agronomy Journal* 83: 655-658.
- Ruckelhauss, W. D. 1989. Toward to sustainable world. *Scientific American* 261: 166-175.
- Russelle, M. P., W. W. Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. *Crop Sci.* 24: 28-32.
- Russelle, G., J. P. Jarvis and J. L. Monteith. 1989. Absorption of radiation by canopies: Their growth, form and function. Eds. G. Russel, B. Mershall and P. G. Jarvis. Cambridge University Press, London, UK, pp 21-40.
- SAGARPA. 2007. www.sagarpa.gob.mx/cgcs/sembrando/2007/07-2007. Consultada en enero, 2008.
- Salisbury, B. F., y W. C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Traducción español Virgilio González Velásquez. Iberoamericana. México, D. F.
- Sanderson, K. C. and C. B. Link. 1966. The influence of temperature and photoperiod on the growth and quality of a winter and summer cultivar of snapdragon, *Antirrhinum majus* L. In: Proceeding of the American Society for Horticultural Science 91:598-611.
- Sanderson, K. C. 1975. Fertilization, watering, temperature, light and photoperiod. *Florists' Rev.* 156(4048): 59-61.
- SEDAGRO. 2004a. Sistema Integral de Información Agropecuaria y Pesquera. 1994-2004) (SIAP). Secretaria de Desarrollo Agropecuario del Estado de México. D. F., México.
- SEDAGRO. 2004b. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. 2001-2004 (SIACON). Secretaria de Desarrollo Agropecuario del Estado de México. D. F., México.
- Shang, H., G. F. Deitzer and J. D. Lea-Cox. 2003. Differential temperature (DIF) effects on the growth, morphology and flowering of *Antirrhinum majus* L. (snapdragon) cultivars. *Acta Horticulturae* (624): 177-183.

- Sinclair, T. R. and Muchow R. C. 1999. Radiation use efficiency. 215-265 In: Advances in Agronomy Vol. 65. Edited by Donald L. Sparks. Academic Press.
- Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation-use efficiency: a review. *Crop Sci.* 29: 90-98.
- Smit, J. P. 1977. Vascular plant families: An introduction to the families of vascular plants native to north America and selected families of ornamental or economic importance. Mad River Press, CA., U.S.A. pp: 2003-205.
- Starman, T. W., T. A. Cerny and A. J. MacKenzie. 1995. Productivity and profitability of some field-grown specialty cut flowers. *Hortscience* 30: 1217-1220.
- Stein, D. B. and O. L. Stein. 1960. The growth of the ítem tipo f Kalanchoö cv. 'Brilliant Star'. *Amer. Jour. Bot.* 47: 132-140.
- Stockle, C. O. and J. R. Kiniry. 1990. Variability in crop radiation-use efficiency associated with vapor-pressure deficit. *Field Crops Res* 25: 171-181.
- Streck, N., T. Augusto and I. Lago. 2005. Estimating the plastochron in muskmelon (*Cucumis melo* L.) grown inside plastic greenhouse at different planting dates. *Cienc. Rural, Nov./Dec.* 35(6): 1275-1280.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant physiology. Third edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. 690 p.
- Thomas, B. and D. Vince-Prue. 1997. Photoperiodism in plants. 2 edición. Academic Press. San Diego, California.
- Thomas-Domenech, J. M. 1975. Atlas de Botánica. 14a edición. Jover Editor. Barcelona. 84 p.
- Thompson, D. M. 1988 Systematics of *Antirrhinum* (Scrophulariaceae) in the New World. *Systematic Botany Monographs* 22: 1-142.
- Trapani, N., J. A. Hall, V. O. Sadras and F. J. Villalobos. 1992. Ontogenic changes in radiation-use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.) crops. *Field Crops Res.* 29: 301-316.
- Universidad de los Andes. 2003. Curso-taller Construcción del modelo de grados-día para la predicción y manejo de los cultivos de rosa. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes. Bogotá.
- Universidad de California [UCLA]. 2002. Degree-days and phenology models. Universidad of California. Statewide Omtegrated Pest Management program. www-ucdavis.edu/Wheather/ddconcepts.html; consulta:enero 2008.
- Valdez, A. L. y O. A. Hernández 2005. Anturio. Cultivo y fisiología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 102 p.

- Valdez-Hernández, E. F., J. M. Méjia-Muñoz y G. Mendoza-Castelán. 2006. Fenología de la Maravilla (*Mirabilis jalapa* L.) Ficha técnica de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Programa Universitario de Medicina Tradicional y Terapéutica Naturista. 167 p.
- Valla, J. J. 1979. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Hemisferio Sur, Argentina. 332 p.
- Villalobos, F. J., A. Soriano and E. Fereres. 1992. Effects of shading on dry matter partitioning and yield of field-grown sunflower. *Eur. J. Agron* 1: 109-115.
- Warner, R. M. and J. E. Erwin. 2005. Prolonged high temperature exposure and daily light integral impact growth and flowering of five herbaceous ornamental species. *Journal Of The American Society For Horticultural Science* 130 (3): 319-325.
- Warner, R. M. and J. E. Erwin. 2003. Effect of photoperiod and daily light integral of flowering of five *Hibiscus* sp. *Scientia Horticulturae* 97:341-351.
- Wbeymar, R. E. y V. J. Florez. 2006. Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura. *Agronomía Colombiana*. 24:247-257.
- Whealy, C. A., T. A. Nell, J. E. Barrett, and R. A. Larson. 1987. High temperature effects on growth and floral development of chrysanthemum. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112:464-4.
- World Meteorology Organization [WMO]. 1993. Practical use of meteorological data and information for planning and operational activities in agriculture. World Meteorology Organization. Publication No. 60. Geneve.

9. ANEXOS

Cuadro A1. Análisis químico y físico del suelo para el cultivo de *Antirrhinum. Majus* L.

Identificación

pH = 7.0

CE = 0.09 mmhos/cm (dSm^{-1})

MO = 1.5 (%)

N^+ = 0.08 (%)

P = 48 (ppm)

K = 1.2 (meq/100g)

Ca = 6.0 (meq/100g)

Mg = 4.2 (meq/100g)

Na = 0.3 (meq/100g)

CIC = 11.7 (meq/100g)

Fe = 17 (meq/100g)

Cu = 1.5 (pmm)

Mn = 14 (ppm)

Zn = 15.4 (ppm)

N- NO_3 = 5 (ppm)

N- NH_4 = t

Textura

Arena = 69%

Limo = 13%

Arcilla = 18%

Cla/Tex = Franco-Arenoso

Cuadro A2. Análisis químico del agua de riego para el cultivo de *Antirrhinum majus* L.

CE	=	0.38 mmhos/ cm (dsm ⁻¹)
pH	=	7.2
CO ₃ ²⁻	=	0.96
HCO ₃ ⁻	=	1.6
Cl ⁻	=	0.34
NO ₃ ⁻	=	0.12
SO ₄ ²⁻	=	Trazas
K ⁺	=	0.08meq/L
Ca ²⁺	=	0.95
Mg ²⁺	=	0.10
Na ⁺	=	0.84
RAS	=	1.15
PSI	=	0.46

Clasificación = C2 –S1 Agua de salinidad media, se recomienda para suelos siempre y cuando se realicen lavados continuos. Se pueden producir plantas moderadamente tolerantes a las sales y tiene poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio.

Cuadro A3. Especificaciones de desarrollo, requerimientos ambientales y recomendaciones del cultivo de *Antirrhinum majus* L.

Especie	Serie y cultivar	Tiempo de germinación (días)	Densidad de plantación (número)	T diurna (°C)	T nocturna (°C)	Tiempo de madurez comercial (días)	Longitud de tallo (cm)	Recomendacion
<i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito)	Potomac cvs Orange y Plumblossom	4-7	93-125 plantas·m ⁻² (V) y de 80-95 plantas·m ⁻² (I)	14-25	16	56-126	100-150	Los grupos III y IV son ideales para producirse en períodos con luminosidades altas, días largos y temperaturas calientes.
<i>Antirrhinum majus</i> L. (perrito)	Rocket cvs Bronze y Red	4-8	40 plantas·m ⁻²	18-26	13-15	91-112	75-90	Los Rocket logran floraciones con calidad excelente para paisajismo en primavera y verano.

Modificado de Pan American Seed (1998); Hamrick (2003); Dole y Wilkins (2004); V=verano, I=Invierno; T=temperatura

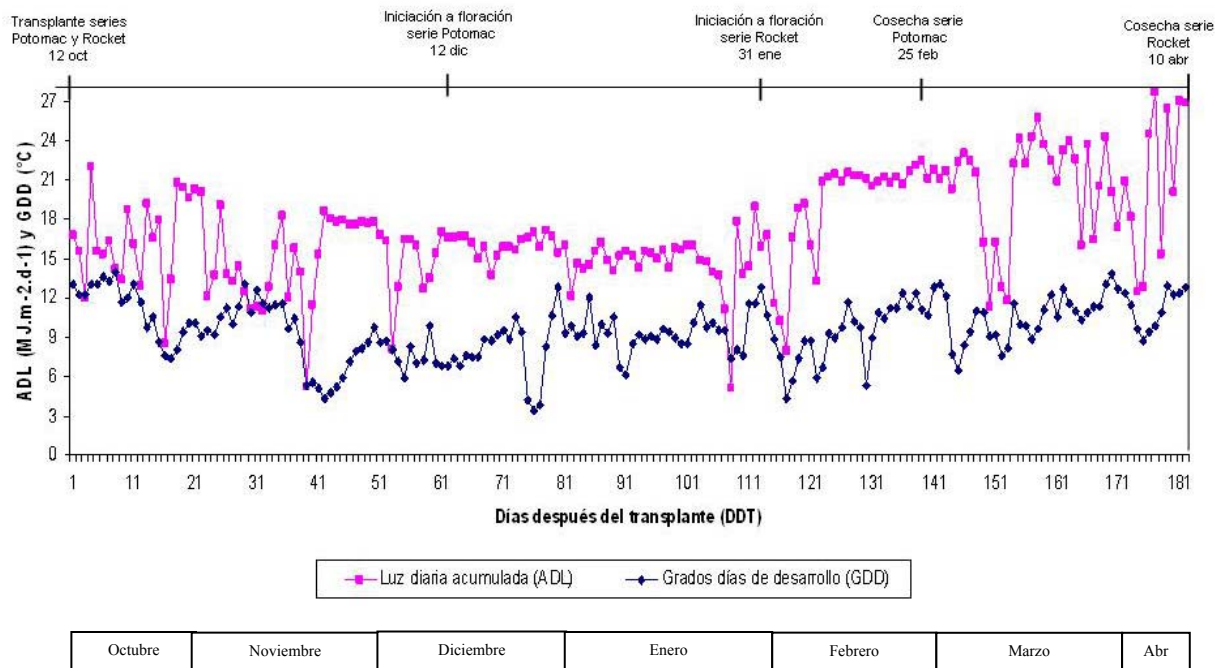


Figura A1. Grados días de desarrollo (GDD) y acumulación diaria de luz (ADL) en la producción de *Antirrhinum majus* L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en el ciclo O-I.

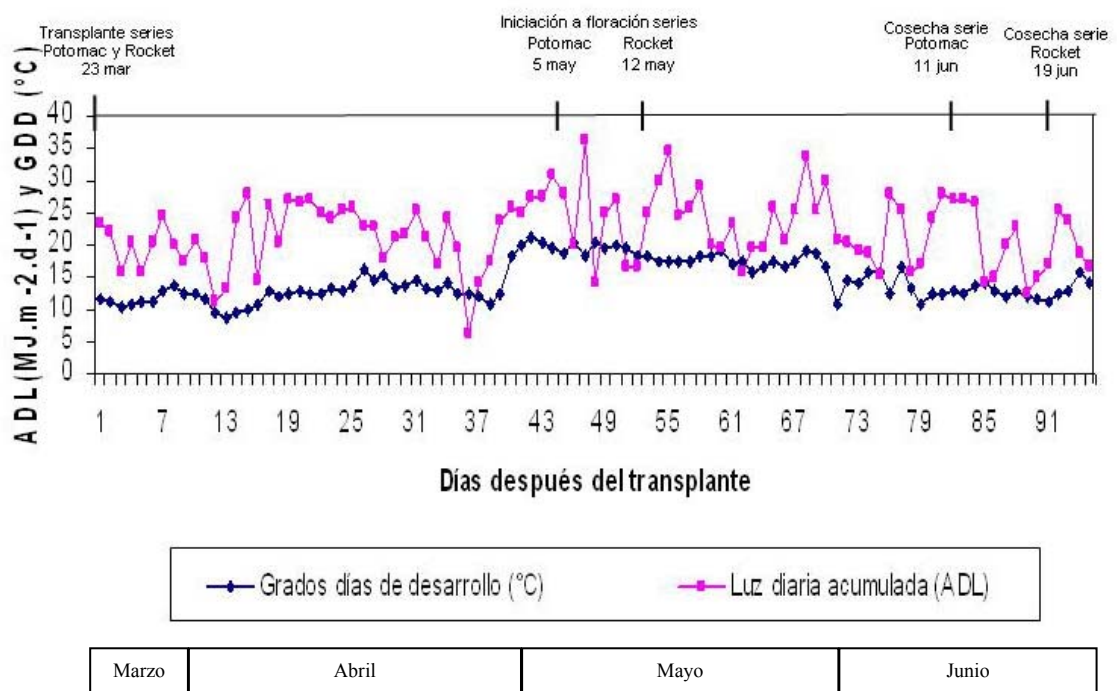


Figura A2. Grados días de desarrollo (GDD) y acumulación integrada de luz (ADL) en la producción de *Antirrhinum majus* L. (perrito) para flor de corte a la intemperie en el ciclo P-V.

Cuadro A4. Significancia estadística, r^2 y media general, entre tratamientos de las variables respuesta durante la producción comercial de inflorescencias de *Antirrhinum majus* L. en intemperie.

Variable	Pr > F	R²	Media General
Días de germinación O-I (DDS)	0.3111 ^{ns}	0.717949	7.125000
Días de germinación P-V (DDS)	0.2656 ^{ns}	0.750000	6.000000
Iniciación a floración O-I (DDS)	<.0001 ^{**}	0.999714	125.0000
Iniciación a floración O-I (DDT)	<.0001 ^{**}	0.999707	87.75000
Iniciación a floración P-V (DDS)	0.0035 ^{**}	0.987448	83.75000
Iniciación a floración P-V (DDT)	0.0054 ^{**}	0.983264	46.75000
Número de hojas O-I	0.0688 ^{ns}	0.905263	68.75000
Número de hojas P-V	0.0082 ^{**}	0.977707	45.50000
Longitud total de tallo O-I	0.1700 ^{ns}	0.820214	96.95125
Longitud total de tallo P-V	0.0179 [*]	0.962316	85.66250
Longitud de inflorescencia O-I	0.0412 [*]	0.933466	23.73500
Longitud de inflorescencia P-V	0.0447 [*]	0.929577	23.75000
Número de flores O-I	0.0082 ^{**}	0.977778	13.75000
Número de flores P-V	0.0059 ^{**}	0.982143	13.50000
Peso de biomasa fresca O-I	0.0751 ^{ns}	0.899249	103.6100
Peso de biomasa fresca P-V	0.1207 ^{ns}	0.859366	80.18250
Peso de biomasa seca O-I	0.1417 ^{ns}	0.842322	15.43375
Peso de biomasa seca P-V	0.1304 ^{ns}	0.851469	11.69500
Días a cosecha O-I (DDS)	0.0035 ^{**}	0.987376	185.3750
Días a cosecha O-I (DDT)	0.0033 ^{**}	0.987927	158.8750
Días a cosecha P-V (DDS)	0.0142 [*]	0.967777	126.7500
Días a cosecha P-V (DDT)	0.0081 ^{**}	0.977918	84.75000
Índice de calidad O-I	0.0081 ^{**}	0.977907	1.057500
Índice de calidad P-V	0.0354 [*]	0.940035	0.947500
Significancia de 0.05; no significativo ns; significativo*; altamente significativo **.			

Cuadro A5. Análisis de contrastes ortogonales en tallos de *Antirrhinum majus* L.

Número de hojas entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	4176.050000	4176.050000	99.25	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	375.156250	375.156250	8.92	0.0031
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	3511.350000	3511.350000	83.45	<.0001
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	793.800000	793.800000	18.87	<.0001

Longitud total del tallo entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	19624.90000	19624.90000	359.73	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	10834.51250	10834.51250	198.60	<.0001
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	2350.00417	2350.00417	43.08	<.0001
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	10834.51250	10834.51250	198.60	<.0001

Longitud de inflorescencia entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	1217.382822	1217.382822	131.13	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	610.512500	610.512500	66.56	<.0001
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	2.61376562	2.61376562	0.41	0.5252
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	26.77314063	26.77314063	2.26	0.1350

Número de flores abiertas entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	832.6562500	832.6562500	250.59	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	864.6125000	864.6125000	260.21	<.0001
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	13.22500000	13.22500000	3.41	0.0667
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	6.40000000	6.40000000	2.41	0.1222

Peso de biomasa fresca entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I*} VS (RB Y RR) ^{O-I*}	1	10065.68712	10065.68712	16.41	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	43.35765	43.35765	0.07	0.7886
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	9893.01921	9893.01921	16.12	<.0001
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	26413.19072	26413.19072	43.87	<.0001

Peso de biomasa seca entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	249.5002500	249.5002500	10.98	0.0010
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	642.9780000	642.9780000	28.28	<.0001
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	982.4774400	982.4774400	89.76	<.0001
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	318.8013906	318.8013906	9.55	0.0024

Días a cosecha entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	451.250000	451.250000	14.62	0.0002
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	2472.756250	2472.756250	80.11	<.0001
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	7282.016667	7282.016667	235.92	<.0001
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	1248.200000	1248.200000	40.44	<.0001

Índice de calidad entre series⁺ y entre épocas⁺⁺

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
(PO Y PP) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{O-I}	1	2.18322563	2.18322563	36.77	<.0001
(PO Y PP) ^{P-V} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	0.03850667	0.03850667	0.94	0.3336
(PO y PP) ^{O-I} VS (PO y PP) ^{P-V}	1	0.84135042	0.84135042	14.17	0.0002
(RB Y RR) ^{O-I} VS (RB Y RR) ^{P-V}	1	2.85390125	2.85390125	48.06	<.0001

*O-I=otoño-invierno; *P-V=primavera-verano