

Figura 14. Tasa relativa de crecimiento foliar en cinco genotipos de cilantro.

las curvas de tendencia de cuatro genotipos son similares con valores de TAN entre 0.25 y 0.65  $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ . El genotipo CP en este mismo periodo es el menos eficiente. De los 56 dds (sexto muestreo) hasta el final del periodo de evaluación (octavo muestreo), el genotipo CP fue superior a los demás con un valor final de TAN de 3.0  $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ , superior en un 87.5 % al CR, que es el segundo genotipo más eficiente y en un 400 % al MA que es el genotipo menos eficiente. Probablemente, porque el genotipo CP inició su floración antes que el resto de los genotipos; incrementando la demanda por fotosintatos, induciendo un incremento en la actividad fotosintética reflejándose en valores altos de TAN. Valores similares a los aquí reportados fueron encontrados por Pérez *et al.*, (1992) en girasol; valores muy diferentes fueron encontrados por Serrato *et al.*, (1998) al trabajar con cempoalxóchitl. El comportamiento de la TAN que se reporta en este trabajo con cilantro, es diferente al reportado por Medina y Bolívar (1993) para *Gypsophila paniculata*.

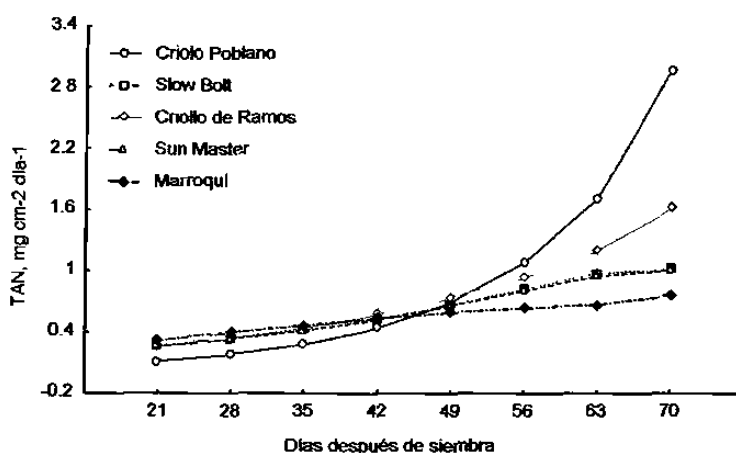


Figura 15. Tasa de asimilación neta en cinco genotipos de cilantro.

**Duración de área foliar.** Este índice se refiere a la persistencia del área foliar fotosintéticamente activa a través del tiempo; en el caso del cilantro, por el tipo de producto que se cosecha, al igual que la TRCF es también uno de los más importantes. En la Figura 16 se muestra la tendencia creciente de este índice; el genotipo MA fue superior al resto de los genotipos, seguido por el genotipo SB. Todos los genotipos iniciaron con valores cercanos a cero; sin embargo, al final del período evaluado, el genotipo MA terminó con valores de casi  $650 \text{ cm}^2 \cdot \text{día}^{-1}$  y fue superior en un 44 y 182 % a los genotipos SB y CP, respectivamente. Estos resultados permiten concluir que el genotipo MA puede tener un período de cosecha más amplio sin que el producto pierda su calidad; en cambio, en el genotipo CP al tener bajos valores de DAF, la planta se hace senescente más rápido y hay poco tiempo para realizar la cosecha del follaje.

**Relación de área foliar.** En la Figura 17 se presenta el comportamiento de este índice. Se observa que a través del tiempo, todos los materiales van decreciendo en su valor de RAF. En un principio, el genotipo CP fue superior a

los demás genotipos. Sin embargo, de los 49 dds y hasta los 70 dds todos los genotipos fueron superados por el genotipo MA.

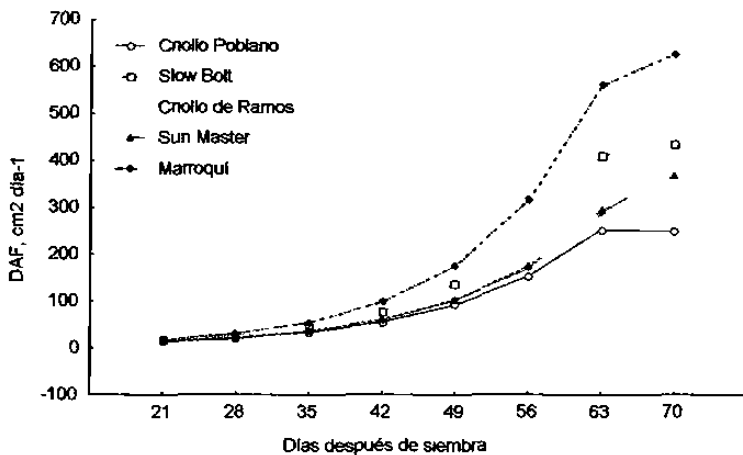


Figura 16. Duración de área foliar en cinco genotipos de cilantro.

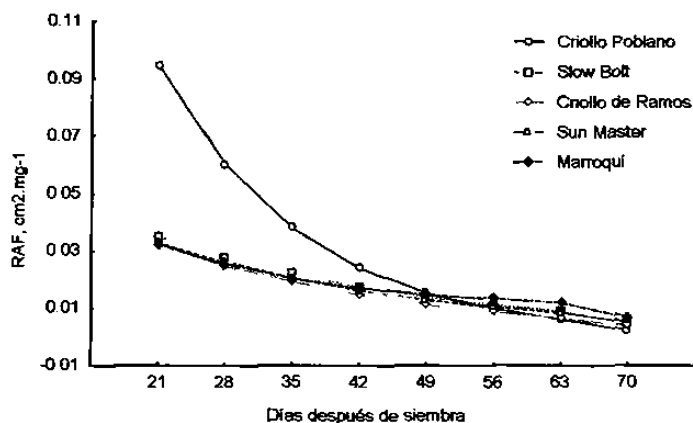


Figura 17. Relación de área foliar en cinco genotipos de cilantro.

#### 4.3.6 Conclusiones

El modelo logístico específico para cilantro mostró un ajuste de  $R^2$  entre 0.97 y 0.99 para describir el crecimiento matemático de esta hortaliza. El área foliar y el peso seco del cilantro guardan una relación lineal entre ellos. El patrón del crecimiento cuantitativo del cilantro depende del genotipo. Los

índices TCC (velocidad de crecimiento), TAN (eficiencia fotosintética) y DAF (duración del aparato asimilatorio) mostraron tendencia creciente a través del tiempo. La TRC (eficiencia para producir materia seca a partir de la ya existente) mostró tendencias variables entre genotipos. La TRCF (eficiencia para producir área foliar a partir de la ya existente) se mantuvo constante hasta los 63 dds y luego disminuyó. La RAF fue decreciente a través del tiempo. En función, principalmente de la TRCF y la DAF, el mejor genotipo para la producción comercial de follaje de cilantro es el Marroquí

#### 4.3.7 Bibliografía

- Ascencio, J. y J. E. Fargas. 1973. Análisis de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Turrialba-4) cultivado en solución nutritiva. Turrialba, 23 (4): 20-42.
- Beadle, C. L. 1988. Análisis del crecimiento vegetal: *In*; Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad, J. Coombs, D. O. Hall, S. P. Long y J. M. O. Scurlok. (eds). Editorial Futura, S.A. México. pp. 17-21.
- Bidwell, R. G. S. 1974. Plant physiology. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 643 p.
- Causton, D. R. 1991. Plant growth analysis: The variability of relative growth rate within a sample. *Annals of Botany* 67 (2): 137-144.
- Clarke, J. M.; T. F. Towley-Smith; T. N. Mc Craig and D. G. Green. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science* 24 (3) : 537-541.

- Hedge, D. M. 1987. Growth analysis of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in relation to soil moisture and nitrogen fertilization. *Scientia Horticulturae*: (33) 179-187.
- Hernández C., C. 1994. Producción de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en estaciones cálidas bajo diferentes frecuencias de riego y densidades de siembra. Tesis Profesional. UAAAN, Saltillo, México. 105 p.
- Hunt, R. 1982. Plant growth analysis; second derivatives and compounded second derivatives of splinted plant growth curves. *Annals of Botany* 50: 317-328.
- Little, M. T. and F. J. Hill. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 1era edición. Anatolio de Paula Crespo (traductor). Ed. Trillas. 270 p.
- Maeda M., C. 1986. Análisis de crecimiento. Un método para cuantificar el rendimiento de las plantas. Seminarios técnicos. PRONAPA-CIAN-INIFAP-SARH. 9 (5): 101-138.
- Medina, A. y R. Bolívar. 1993. Análisis de crecimiento y acumulación de nutrientes de *Gypsophila paniculata* cv. Perfecta bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Tesis de Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias, Univ. Nacional de Colombia. Santa Fé de Bogotá. Pp 85-98
- Mohr, H. and P. Schopfer. 1995. Plant physiology. Springer – Verlag, Berlin. Heidelberg, New York. 659 p.
- Ortiz C., J. 1991. Aspectos históricos y justificación del área de fisiotecnia del centro de genética en el colegio de postgraduados. *Fitotecnia* 14: 89-95.

- Pérez G., F. y J. B. M. Laborde. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 228 p.
- Pérez N., J.; M. V. Cágál y C. R. Zavaleta. 1992. Análisis de crecimiento y su relación con el rendimiento económico en girasol (*Helianthus annuus* L). Chapingo serie Horticultura 16 (77): 48-51.
- Poehlman, J. M. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed Limusa, Méx. 453 p.
- Radford, P. J. 1976. Growth analysis formulae – Their use and abuse. Crop Science: 3 (7): 171-175.
- Rojas G., M. 1979. Fisiología vegetal. Mc Graw-Hill de México S.A. de C.V. México. 262 p.
- Russell, M. P.; W. W. Wilhelm; R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science 24: 28-32.
- SAGAR. 1995. Anuario estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México. 253 p.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. 1era edición. Virgilio González V. (traductor). Grupo Editorial Iberoamericano S.A. de C.V. México. 759 p.
- Semato, C.; O. G. Juárez y V. A. G. Hernández. 1998. Análisis de crecimiento y evolución bajo domesticación en dos especies de cemoalxóchitl. Chapingo, Serie Horticultura. 4 (2): 75-82.
- Sivori, M. E.; E. R. Montaldi y O. H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. ED Hemisferio Sur S A. Buenos Aires, Argentina. 680 p

- Solórzano V., E.; C. J. Ortiz y O. L. Mendoza. 1982. Análisis de crecimiento en haba (*Vicia faba* L) Agrociencia: 103-106.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991 Plant physiology. The Benjamin Cummings publishing Co. Inc Redwood City, Cal., U.S.A. 559 p
- Valverde, E. y M. V Sáenz. 1985. Análisis de crecimiento del chayote (*Sechium edule* Sw.). Turrialba 35 (4). 395-402.
- Valadez, A. 1990. Producción de hortalizas. Noriega editores, Editorial Limusa, S.A, de C.V. México. 298 p.
- Wallace, D. H. and H. M. Munger. 1985. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science 5: 343-347.
- Warren, W.; R. Hunter and D. Hand. 1986. Philosophical aspects of measurements equations and inferences in plant growth studies. Annals of Botany. 58: 73-80.

#### **4.4 Variación hormonal endógena en dos genotipos de cilantro por efecto del fotoperíodo y la temperatura**

##### **Effects of photoperiod and temperature on hormonal endogen variation in two genotypes of coriander**

###### 4 4.1 Resumen.

En el Noreste de México, en las siembras de primavera-verano, el principal problema para producir cilantro es el "punteo prematuro", se tiene evidencia que es un proceso fotomorfogénico que ocasiona un cambio hormonal endógeno provocado a su vez por efectos de la temperatura y el fotoperíodo. Por ello, tres ambientes de producción y cuatro genotipos de cilantro se evaluaron en el Noreste de México, con el objetivo de determinar la variación hormonal endógena, a través del tiempo, de giberelinas, auxinas y citocininas. Los resultados mostraron tendencia ascendente de las giberelinas y de las citocininas y descendente de las auxinas, durante el período muestreado. Con el incremento de temperatura las giberelinas y las citocininas se incrementan; las primeras, inducen el punteamiento en las plantas de cilantro y las citocininas parecen no influir en dicho proceso. Con la reducción del fotoperíodo se incrementan las auxinas y se retrasa el punteamiento en los genotipos Marroquí y Sun Master

Palabras Clave: **cilantro, genotipos, temperatura, fotoperíodo, hormonas.**



#### 4.4.2 Summary

One of the major problems on coriander production is the premature flowering during the spring – summer season. Apparently, this problem is due to the changes in temperature and photoperiod and their effects on hormonal balance. The main aim of this study was to understand and to quantify the variation on four genotypes of coriander endogenous hormones: gibberellins, auxins and cytokinins, under three different conditions of temperature and photoperiod. The results showed that gibberellins increased through the growing season, meanwhile auxins and cytokinins decreased. Gibberellins and cytokinins increased with the temperature. Apparently, the premature flowering is promoted by the gibberellins, with no apparent effect of the cytokinins. By decreasing the photoperiod, the auxins increased and delayed the early flowering in the genotypes Marroqui and Sun Master.

**Key words: coriander, genotypes, temperature, photoperiod, plant hormones.**

#### 4.4.3 Antecedentes

En el Noreste de México, en las siembras de primavera-verano, el principal problema en la producción de cilantro es el “punteo prematuro” (primer síntoma visible de la floración), cuyas consecuencias pueden ser tan graves que es preferible no cosechar el producto; sin embargo, en esta época, el precio medio rural del cilantro es superior en 100 % comparado con el precio de

invierno (Reyes, 2000). Este problema puede ser un proceso fotomorfogénico provocado por el fotoperíodo largo y las altas temperaturas que ocasionan un cambio en la concentración hormonal endógena. Los fitoreguladores están involucrados en el control del crecimiento y la diferenciación y actúan en la regulación de actividades fisiológicas (Taiz y Zeiger, 1991; Gutiérrez y Larqué, 1996; Gaspar *et al.*, 1996; Arshad y Frankenberger, 1998). En *Tanacetum cinerariaefolium*, Brown y Menary (1994) encontraron que la concentración de giberelinas fue más del doble, 30 a 40 días después de iniciado el tratamiento inductivo a floración, con valores de 35 a 70  $\eta\text{g}$  de giberelina por gramo de materia seca durante el periodo de la elongación del tallo. La concentración de giberelinas en las plantas control no varió durante el periodo muestreado. En plantas inducidas y no inducidas, la concentración de giberelinas tuvo tendencia ascendente. La concentración de AIA en plantas inducidas, a los 30 y 40 días después de iniciado el tratamiento inductivo, fue de 180 y 190  $\eta\text{g}$  de AIA por gramo de materia seca y fue consistentemente más baja que en plantas no inducidas, cuyas concentraciones fueron de 250 a 300  $\eta\text{g}$ . En las plantas inducidas, la tendencia del AIA fue a disminuir mientras que en las no inducidas fue a incrementarse. Para el caso de las citocininas, no se detectaron diferencias significativas en las concentraciones entre las plantas inducidas y las no inducidas. En ambos casos, los niveles de concentración variaron entre 14.3 a 25.4 y 15.9 a 29.5  $\eta\text{g}$  de citocininas por gramo de materia seca, respectivamente.

En algunas especies con crecimiento inicial en roseta, las giberelinas se han incrementado cuando se aplican exógenamente y reemplazan las necesidades de inducción para floración (Pharis y King, 1985). Está bien establecido que en plantas en roseta, como *Silene armeria*, los cambios en los niveles de giberelinas están involucrados en la elongación del tallo inducido por el fotoperíodo (Talon y Zeevaart, 1990). Así, Davies *et al.* (1986) y Rood *et al.* (1986) reportaron que al incrementar el fotoperíodo se incrementan los niveles de giberelinas en la mayoría de las plantas de día largo, presumiblemente como resultado de la percepción de la longitud de onda por el fitocromo. Lee *et al.* (1998), al trabajar con plántulas de sorgo, encontraron que los niveles de giberelinas se reducen al pasar el fotoperíodo de 10 a 18 horas de luz y variaron de 190 a 2  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de peso seco. *Agrostemma githago*, planta de día largo con crecimiento inicial en roseta, retiene su hábito de crecimiento en roseta bajo días cortos; en cambio, cuando plantas de esta especie fueron transferidas a día largo, ocurrió la elongación del tallo y se observaron grandes incrementos en los niveles de giberelinas antes de dicha elongación, pasando de 20 a 100  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de materia seca (Jones y Zeevaart, 1980). Plantas de *Boronia megastigma* fueron expuestas a bajas temperaturas y días cortos para promover su desarrollo floral; se encontró que la diferenciación de la yema floral estuvo asociada con disminución en la concentración de giberelinas e incrementos en las citocininas. Las giberelinas disminuyeron de 6.6 a 4.4  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de materia seca y las citocininas (di – hidroxizeatina) se incrementaron de 23 a 30  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  de materia seca (Roberts *et al.*, 1991).

Sobre la base de lo anterior, en este trabajo se planteó el objetivo de determinar la variación en la concentración hormonal endógena por efecto del fotoperíodo y la temperatura en dos genotipos de cilantro.

#### 4.4.4 Metodología

Esta investigación fue realizada en el periodo septiembre-diciembre de 1998 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde tres ambientes de producción (factor A) y cuatro genotipos de cilantro (factor B) fueron establecidos en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas. Los niveles del factor A (parcela grande) fueron: testigo o ambiente normal (Normal) con 18.1 °C de temperatura promedio y 11:55 horas de fotoperíodo, ambiente con incremento de temperatura (Temp) con 27.4 °C de temperatura promedio y mismo fotoperíodo y ambiente con fotoperíodo reducido en 3.0 horas (Foto) con 18.1 °C de temperatura promedio y 8:55 horas de fotoperíodo. Los niveles del factor B (parcela chica) fueron: Criollo de Ramos (CR), Marroquí (MA), Sun Master (SM) y Slow Bolt (SB). Las dimensiones de la parcela grande fueron 6.5 m de longitud y 1.1 m de ancho, mientras que la parcela chica constó de 1.2 m de longitud y 1.1 m de ancho. Como parcela útil se consideraron tres metros lineales por tratamiento para realizar los muestreos de material vegetal que consistieron de hojas de la parte media de la planta en relación a su altura. Cada unidad experimental constó de seis surcos a 20 cm de separación entre ellos y un metro de longitud. La Metodología fue la siguiente.

1. El terreno se barbecho, se aplicó estiércol (el equivalente a  $40 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) al voleo y se incorporó con un paso de rastra. Se formaron las camas de siembra con longitud de 19 m, ancho de 1.10 m y altura de 15 cm.
2. El sistema de riego fue por goteo (cintilla T-tape con goteros a 30 cm de separación entre ellos). Se regó cada tercer día por 3.5 horas.
3. La semilla, equivalente a  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , se pesó en balanza granataria y fue depositada en sobres de papel. Se hicieron surcos de media pulgada de profundidad y se sembró a "chorrillo", el 6 de septiembre de 1998, colocando la semilla de manera uniforme y se tapó con tierra.
4. Los microtúneles se colocaron al día siguiente de la siembra, los extremos de los arcos de alambción se insertaron 20 cm en el suelo, con lo cual la altura de cada microtúnel fue de 70 cm. Sobre los arcos se colocaron las películas de polietileno ( $42 \mu$  de espesor), se extendieron, se amarraron los extremos a una estaca clavada en el suelo y con hilo de rafia se fijaron las películas a los arcos de alambción.
5. En el tratamiento Temperatura, el microtúnel fue cubierto con dos películas de polietileno transparente. Dentro de éste, para el registro diario de temperatura, se colocó un termómetro de máximas y mínimas. En el tratamiento Fotoperíodo, el microtúnel fue cubierto con dos películas de polietileno color negro.
6. En el tratamiento Temperatura la película estuvo colocada día y noche; en cambio, en aquellos donde el objetivo fue disminuir el fotoperíodo la película se colocaba al oscurecer y se retiraba 3.0 horas después de la salida del sol.

7. Los microtúneles fueron retirados del experimento a los 70 días después de siembra (dds), porque las plantas ya estaban en contacto con la película de polietileno.

Para la determinación de la concentración endógena de giberelinas, citocininas y auxinas, se muestrearon hojas en plantas de cilantro iniciando a los 24 dds y continuando cada cinco días hasta completar cuatro muestreos. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico, se congelaron en refrigerador a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y posteriormente fueron liofilizadas. Las muestras así preparadas, previamente pulverizadas, fueron colocadas en frascos de plástico y almacenadas en el congelador en espera de ser analizadas. De los tratamientos en estudio se muestrearon seis y fueron los siguientes:

- 1).- Genotipo Marroquí (MA) sembrado en ambiente Normal.
- 2).- Genotipo Marroquí (MA) sembrado en ambiente con incremento de temperatura (Temp).
- 3).- Genotipo Marroquí (MA) sembrado en ambiente con reducción de fotoperíodo (Foto).
- 4).- Genotipo Sun Master (SM) sembrado en ambiente Normal.
- 5).- Genotipo Sun Master (SM) sembrado en ambiente con incremento de temperatura (Temp).
- 6).- Genotipo Sun Master (SM) sembrado en ambiente con reducción de fotoperíodo (Foto).

## Determinación de giberelinas.

Extracción. El procedimiento fue una modificación del método de Crozier *et al.* establecido en 1969. El metanol se empleó como solvente para una extracción adecuada de hormonas endógenas. Un gramo de muestra, liofilizada y pulverizada, se colocó en 50 cm<sup>3</sup> de metanol al 80% y se congeló durante toda la noche (12 horas, aproximadamente). Pasado este período de tiempo, se filtró el extracto a través de papel Whatman No.1; se volvió a congelar por 2 horas en metanol al 100% repitiendo la filtración y congelación en metanol al 100% una vez más, se evaporó el metanol del extracto en el evaporador rotatorio a una temperatura de 50° C.

Purificación. El primer paso permitió la obtención de hormonas en solución a través de la separación de impurezas, empleando para ello una cápsula para preparación rápida de muestras (Florisil Cartridges, Waters Associates, Milford, Mass. EEUU). Los pasos realizados fueron los siguientes:

- a) Se insertó la cápsula de sílica gel en una jeringa sin aguja.
- b) Se mojó la cápsula con cinco cm<sup>3</sup> de metanol al 100 %.
- c) Se mojó dos veces con cinco cm<sup>3</sup> de ácido acético al 5 %.
- d) Se suspendió la muestra con solución Buffer pH 3.0 ( sol. A = 28 g.L<sup>-1</sup> de Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub>; sol. B = 21.01 g.L<sup>-1</sup> de ácido cítrico. Se tomaron 4.11 cm<sup>3</sup> de A y 15.89 cm<sup>3</sup> de B, aforando a 100 cm<sup>3</sup>).
- e) Se montó la muestra en la cápsula.

f ) Elusión: Se atravesó la cápsula con 5 cm<sup>3</sup> de ácido acético al 5 % eliminando el líquido resultante, se agregó 5 cm<sup>3</sup> de agua destilada; posteriormente, se eliminó el líquido resultante; se capturaron las hormonas en solución con metanol al 75% (unos 20 cm<sup>3</sup>). Se evaporó el metanol de la solución de hormonas usando el evaporador rotatorio; el residuo se diluyó en acetona - metanol ( v/v ) y se desecó en baño maría.

El segundo paso para la purificación de giberelinas fue emplear la técnica de cromatografía de capa fina que consistió en pesar 35 g de sílica gel (GF<sub>254</sub> tipo 60 de Merck) disueltos en 75 cm<sup>3</sup> de agua destilada, colocando dicho material sobre las placas de vidrio a un espesor de 0.3 mm, mediante un aparato previamente calibrado. Las placas se dejaron secar toda la noche y pasado este tiempo, se montaron las muestras diluidas en acetona - metanol, con ayuda de una micro pipeta pasteur. Las placas fueron reveladas en un tanque de vidrio con isopropanol:amoníaco:agua (10:1:1), durante un periodo de 4 horas. Se trazaron 10 zonas longitudinales (paralelas a la zona de montaje de la muestra), las cuales constituyen los R<sub>f</sub>, fueron raspados y colocados por separado en un tubo de centrifuga, agregando acetona - metanol a cada uno. Se centrifugaron dos veces durante dos minutos, guardando el sobrenadante en un tubo de ensaye por separado. El sobrenadante fue evaporado en Baño María a 50 °C y el residuo diluido en acetona - metanol para su uso en el bioensayo.



Bioensayo del hipocótilo de lechuga. Este bioensayo constituye una modificación del método de Frankland y Wareing en 1960. Consistió en poner a germinar semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L. cv. Great Lakes), en cajas de petri con papel filtro humedecido en agua destilada, bajo luz continua por 24 horas, a 23 °C. Se seleccionaron 10 semillas germinadas de modo uniforme para cada Rf; se colocaron en cajas de petri pequeñas conteniendo los Rf en solución (previamente evaporado en acetano - metanol) con 1 cm<sup>3</sup> de agua destilada. En otras cajas de petri se colocó 1 cm<sup>3</sup> de soluciones estándar de ácido giberélico, 10<sup>0</sup>, 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> y 10<sup>-3</sup> M, respectivamente; se espera un tiempo para dejar secar; además, a un control se agrega solamente 1 cm<sup>3</sup> de agua destilada. Las semillas se incubaron por 48 horas bajo luz continua a 23 °C. Se midió la longitud del hipocótilo de lechuga (mm) en las 10 semillas de cada caja petri.

Cuantificación. La cuantificación de giberelina libre presente en las muestras se obtuvo a través de la construcción de una curva de calibración a partir de las soluciones estándar de ácido giberélico. Las medias significativas de los Rf se localizaron en dicha curva; la cantidad correspondiente se sumó y transformó a µg que equivalen al ácido giberélico por gramo de peso seco de las muestras. Para obtener la significancia de las medias se hizo un análisis estadístico, que consistió en obtener una diferencia mínima significativa a partir de la media del control, a la cual se le restó una sumatoria de rangos, multiplicada por un factor crítico, el cual fue obtenido de una tabla de permisiones de una sola clasificación; la cifra obtenida proporciona la diferencia

entre totales a una significancia del 1%. La diferencia es entonces dividida por N, para dar la diferencia mínima significativa (DMS). La expresión empleada por Ramírez (1979) fue:

$$DMS = x_{\text{control}} - \Sigma R(FC) / N$$

Donde:

$\Sigma R$  = sumatoria de rangos

FC = Factor crítico

N = Número de observaciones

### **Determinación de auxinas.**

Extracción. El procedimiento de extracción de auxinas fue igual que aquel utilizado para extraer giberelinas libres.

Purificación. El primer paso de purificación de auxinas permitió la obtención de hormonas en solución a través de la separación de impurezas, empleando una cápsula para preparación rápida de muestras (Florasil Cartridges, Waters Associates, Milford, Mass. EEUU). Los pasos fueron los siguientes:

1. Se acondicionó la cápsula dos veces con 5 cm<sup>3</sup> de metanol 100 %.
2. Se agregaron 5 cm<sup>3</sup> de agua destilada pH 3.0
3. Se montó la muestra con agua destilada pH 3.0
4. Se recuperaron las hormonas con cloroformo. Se evaporó en evaporador rotatorio, con agua a 50 °C.

El segundo paso del procedimiento de purificación (cromatografía de capa fina) fue igual a lo realizado para giberelinas.

Bioensayo con segmentos de hipocótilo de trigo.

1. Consistió en poner a germinar por 48 horas semillas de trigo en un recipiente con arena de sílica humedecida con agua de llave. Se germinó en oscuridad.
2. Se preparó la siguiente solución: a) 3.4 g de  $K_2HPO_4$  en 100 ml de agua destilada y b) 2.1 g de ácido cítrico en 100 ml de agua destilada. Para preparar la solución a agregar en las cajas petri, se tomó de "a" 10.3 ml y de "b" 9.7 ml y se diluyó en 200 ml de agua destilada. Se agregó a cada caja petri  $3.0\text{ cm}^3$  y se dejó secar.
- 3.- En un cuarto iluminado con luz verde se cortaron con microtomo segmentos de hipocótilo de cinco mm de longitud, colocándose 10 en cada caja petri, se agregó un  $\text{cm}^3$  de agua destilada.
- 4.- Se incubó en oscuridad por 24 horas y después se midió la longitud de cada hipocótilo.
- 5.- Se colocaron por separado 10 segmentos de hipocótilos de trigo en caja de petri por cada solución estándar de auxina (  $10^0$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  ) y control, para construir la curva de calibración.

Cuantificación. La cuantificación de auxinas presente en las muestras fue obtenida a través de la construcción de una curva de calibración a partir de las soluciones estándar de auxinas. La medias significativas de los Rf fueron localizadas en dicha curva, y la cantidad correspondiente fueron sumadas y

transformadas a ng que equivalen a la auxina por gramo de peso seco de las muestras. Para obtener la significancia de las medias se hizo un análisis estadístico, que consistió en obtener una diferencia mínima significativa a partir de la media del control, a la cual se le restó un factor crítico, que fue obtenido de una tabla de permisiones de una sola clasificación; la cifra obtenida proporcionó la diferencia entre totales a una significancia del 1%. La expresión matemática usada fue:

$$DMS = FC - Xc$$

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa al 1 %.

FC = Factor de corrección.

Xc = Media del control.

Sí el valor del Rf fue mayor que el valor de DMS la media fue significativa. La cantidad de auxina presente se determina en la curva de calibración, al sumar el valor de cada Rf se obtuvo el total de auxina presente en la muestra.

### **Determinación de citocininas.**

Extracción. El procedimiento de extracción de citocininas fue igual que aquel utilizado para extraer giberelinas libres y auxinas.

Purificación. El primer paso del procedimiento de purificación de citocininas permitió la obtención de hormonas en solución a través de la separación de impurezas, empleando una cápsula para preparación rápida de

muestras (Florisil Cartridges, Waters Associates, Milford, Mass. EEUU). Los pasos fueron los siguientes.

1. Se acondicionó la cápsula dos veces con 5 cm<sup>3</sup> de metanol 100 %
2. Se agregaron 5 cm<sup>3</sup> de agua destilada pH 5.7
3. Se montó la muestra con agua destilada pH 5.7
4. Se lavó dos veces la cápsula con cinco cm<sup>3</sup> de agua destilada pH 5.7
5. Se recuperaron las hormonas con metanol y agua destilada pH 5.7 con las siguientes concentraciones: 10, 30, 50, 70 y 100 %. Se evaporó en evaporador rotatorio con agua a 50 °C.

El segundo paso del procedimiento de purificación (cromatografía de capa fina) fue igual a lo realizado para giberelinas y auxinas.

#### Bioensayo con hojas cotiledonales de amaranto.

1. En cajas de petri de 15 cm de diámetro con doble papel filtro, se pusieron a germinar en oscuridad semillas de amaranto por 72 hr
2. En un cuarto iluminado con luz verde, se separó la cubierta de la semilla, se cortaron las hojas cotiledonales y se colocaron 10 pares de ellas en cada caja petri conteniendo los Rf en solución.
3. En oscuridad, se incubaron por 24 hr. Posteriormente las hojas cotiledonales se colocaron en vasos de precipitado con agua destilada y se pusieron en el congelador por 4 hr. Después de este tiempo, se sacaron los vasos del congelador y se pusieron en baño de agua caliente para descongelar con el fin de que las hojas suelten el color (citocininas). Se repitió lo anterior tres veces

4. Se recuperó la solución y se leyó en el espectrofotómetro a densidad óptica de 542 y 620 nm

Cuantificación. La cuantificación de citocininas presente en las muestras se obtuvo a través de la construcción de una curva de calibración de las soluciones estándar de citocininas. Las medias significativas de los Rf se localizaron en dicha curva, y la cantidad correspondiente se sumó y transformó a  $\mu\text{g}$  que equivalen a la citocinina por gramo de peso seco de las muestras.

#### 4.4.5 Resultados y discusión

**Giberelinas.** En la Figura 18 se observa que durante el periodo muestreado, la tendencia de las giberelinas endógenas fue ascendente tanto entre genotipos como en los ambientes de producción. Esta tendencia coincide con la encontrada por Brown y Menary (1994) al trabajar con *Tanacetum cinerariaefolium* y con Jones y Zeevaart (1980) al trabajar con *Agrostema githago*, aunque se contrapone con lo encontrado por Roberts *et al.* (1991) al trabajar con *Boronia megastigma* y con Lee *et al.* (1998) al trabajar con sorgo. Las primeras son plantas de día largo y las segundas son plantas de día corto; con esto, aún y cuando la literatura no lo consigna, es posible que el cilantro sea planta de día largo. Por otra parte, el efecto por incremento de temperatura parece no depender del genotipo, ya que tanto en el genotipo Marroquí como en el Sun Master, se incrementó la concentración de giberelinas (2.69 y 2.19  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) durante el periodo muestreado, al compararse a la concentración de esta hormona encontrada en plantas creciendo en ambiente normal (1.39 y 1.69

$\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ); es decir, un incremento en la concentración de giberelinas endógenas del 93.5 y 29.5 % en el genotipo Marroquí y Sun Master, respectivamente. El incremento en la concentración de este fitoregulador, resultó en 4 y 5 días de adelanto en el punteamiento de plantas de cilantro (Cuadro 8); con lo cual, se corroboró lo citado por Taiz y Zeiger (1991), Gutiérrez y Larqué (1996) y por Arshad y Frankenberger (1998), quienes citaron que los fitoreguladores están involucrados en el control del crecimiento y la diferenciación.

Con respecto al efecto por reducción del fotoperíodo, en la Figura 18, los resultados indicaron que al inicio del período muestreado hay disminución en la concentración de giberelinas endógenas al pasar de 1.12 y 0.66  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  en el ambiente normal a 0.22 y 0.12  $\eta\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  en el ambiente con reducción del fotoperíodo, en los genotipos Marroquí y Sun Master respectivamente; es decir, aproximadamente un valor inferior en un 80 % en la concentración de giberelinas endógenas en ambos genotipos. Esta reducción resultó en que las plantas de cilantro de los genotipos Marroquí y Sun Master, retrasaron su punteamiento en 14 y 16 días, respectivamente (Cuadro 8). Estos resultados coinciden con los reportados por Davies *et al.* (1986) y por Rood *et al.* (1986) quienes reportaron que al reducir el fotoperíodo se reducen los niveles de giberelinas en la mayoría de las plantas de día largo; mismo caso, que parece ser el del cilantro.

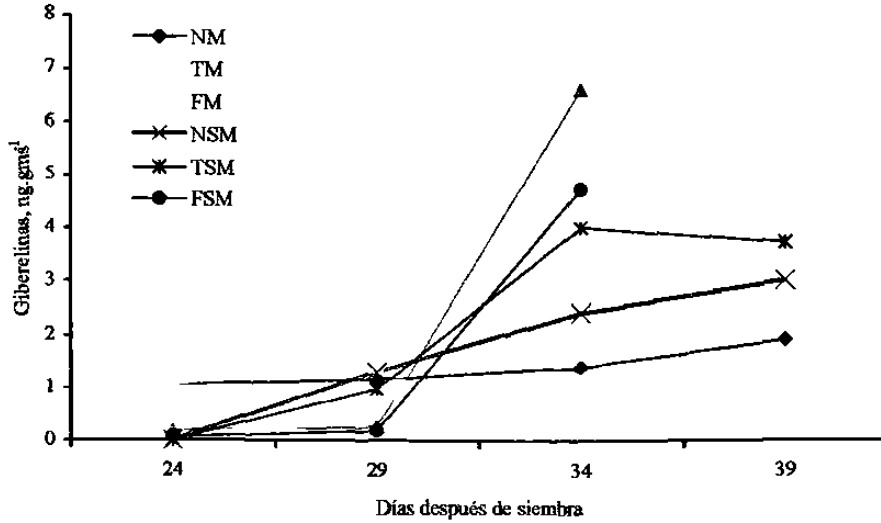


Figura 18. Variación en la concentración endógena de giberelinas por efecto del ambiente de producción en los genotipos Marroquí (M) y Sun Master (SM). N = ambiente de producción normal, T = ambiente de producción con incremento de temperatura, F = ambiente de producción con reducción del fotoperíodo.

Cuadro 8. Días a punteo en dos genotipos de cilantro por efecto de la temperatura y del fotoperíodo. Los valores son promedio de tres repeticiones con su error estándar.

AMBIENTE	GENOTIPO	DÍAS A PUNTEO
Normal	Marroquí	81±1.73
	Sun Master	82±1.00
Inc. de Temp.*	Marroquí	77±1.00
	Sun Master	77±1.00
Red. del Foto. **	Marroquí	95±1.00
	Sun Master	98±1.00

\*incremento de temperatura \*\*reducción del fotoperíodo



Las concentraciones de giberelinas reportadas en este trabajo son muy similares a las reportados por Roberts *et al.* (1991) quienes al trabajar con *Boronia megastigma* reportaron concentraciones de 6.6 y 4.4  $\eta\text{g g}^{-1}$ ; en cambio, varían considerablemente a los valores reportados por Brown y Menary (1994), quienes citaron concentraciones entre 30 y 70  $\eta\text{g.g}^{-1}$  en *Tanacetum cinerariaefolium* y por los reportados por Jones y Zeevaart (1980), quienes en *Agrostema githago* reportaron valores entre 20 y 100  $\eta\text{g.g}^{-1}$  en plantas bajo condiciones inductivas para floración.

**Auxinas.** Al analizar el periodo muestreado (Figura 19) se observa que la tendencia en la concentración de auxinas endógenas (AIA) fue descendente a través del tiempo tanto entre genotipos como entre ambientes de producción. Esta tendencia coincide con la reportada por Brown y Menary (1994) para *Tanacetum cinerariaefolium* en plantas inducidas a floración. Al revisar el efecto del incremento en temperatura, se observó que la concentración de AIA fue mayor en las plantas creciendo en este ambiente, en comparación con aquellas que crecieron en ambiente normal. En el primer caso, las concentraciones promedio fueron de 4.22 y 2.99  $\eta\text{g.g}^{-1}$  en los genotipos Marroquí y Sun Master, respectivamente; en cambio, en el ambiente normal fueron de 1.26 y 1.79  $\eta\text{g.g}^{-1}$  para los mismos genotipos. La mayor concentración de AIA en plantas de cilantro creciendo en ambientes donde se incremento la temperatura, no le ayudó a estas plantas a retrasar el punteamiento (Cuadro 8), probablemente porque también se incrementaron las

concentraciones de giberelinas; lo cual, hizo que predominaran los procesos de diferenciación sobre los procesos de crecimiento vegetativo.

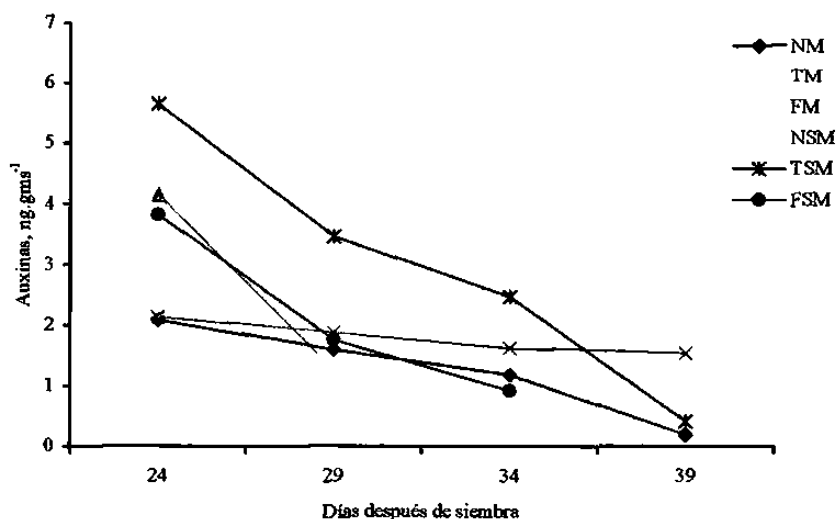


Figura 19. Variación en la concentración endógena de auxinas por efecto del ambiente de producción en los genotipos Marroquí (M) y Sun Master (SM). N = ambiente de producción normal, T = ambiente de producción con incremento de temperatura, F = ambiente de producción con reducción del fotoperíodo.

En relación al efecto por reducción del fotoperíodo, en la Figura 19 se observa que a los 24 dds, la concentración de AIA fue mayor en un 99.5 y 79.8 % en los genotipos Marroquí y Sun Master, respectivamente, en comparación con la concentración de AIA en plantas creciendo en ambiente normal. La mayor concentración de AIA en plantas de cilantro creciendo en ambientes donde se disminuyó el fotoperíodo le ayudó a estas plantas a retrasar el punteamiento (Cuadro 8), probablemente porque las giberelinas disminuyeron su concentración en este mismo período; lo cual, hizo que predominaran los procesos de crecimiento vegetativo sobre los procesos de diferenciación. Los valores de AIA reportados en este trabajo difieren considerablemente a los

citados para *Tanacetum cinerariaefolium* en plantas inducidas a floración con niveles que variaron de 180 a 190  $\eta\text{g.g}^{-1}$ .

**Citocininas.** Durante el período muestreado, la tendencia de las citocininas endógenas fue ascendente, tanto entre genotipos como entre ambientes de producción (Figura 20). Esta tendencia coincide con la citada por Brown y Menary (1994) y por Roberts *et al.* (1991), quienes al trabajar con *Tanacetum cinerariaefolium* y *Beronia megastigma*, observaron el mismo comportamiento. Al considerar que tanto entre genotipos como entre ambientes de producción el comportamiento ascendente de las citocininas es muy homogéneo; así como los valores similares en cada fecha de muestreo (por ejemplo valores de 0.0022 a 0.0014  $\eta\text{g.g}^{-1}$  a los 24 dds), hace pensar que en el caso del cilantro, es probable que las citocininas endógenas no tengan participación activa en la inducción o retraso en los días a punteamiento. Esto se apoya en lo citado por Brown y Menary (1994), quienes reportaron que en la concentración de citocininas no hubo diferencias significativas entre plantas inducidas y no inducidas. Estos autores reportaron valores entre 14.3 y 29.5  $\eta\text{g.g}^{-1}$  y variaron considerablemente a los valores reportados en este trabajo que variaron de 0.0012 a 0.0026  $\eta\text{g.g}^{-1}$ .

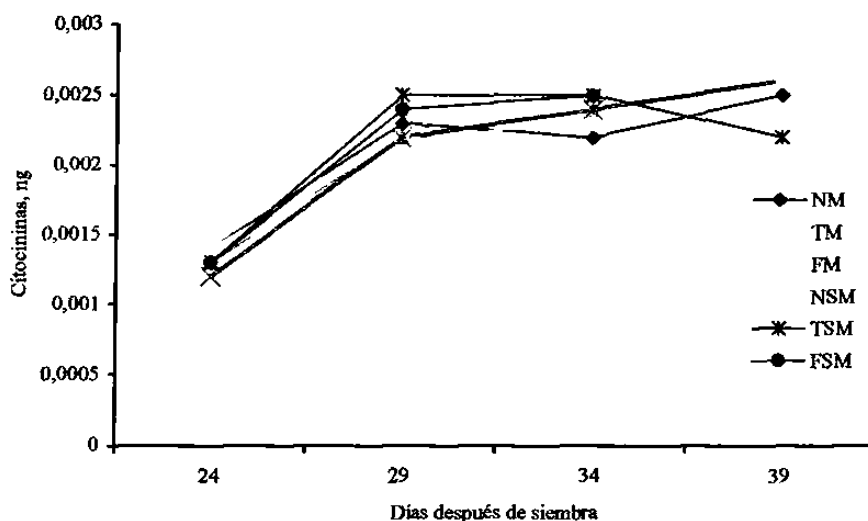


Figura 20. Variación en la concentración endógena de citocininas por efecto del ambiente de producción en los genotipos Marroquí (M) y Sun Master (SM). N = ambiente de producción normal, T = ambiente de producción con incremento de temperatura, F = ambiente de producción con reducción del fotoperíodo.

#### 4.4.6 Conclusiones

Durante la diferenciación floral, la concentración de giberelinas y citocininas endógenas mostraron tendencia creciente; en cambio, las auxinas disminuyeron. Con el incremento de temperatura se incrementaron las giberelinas y las citocininas y se adelantó el punteamiento. Con la reducción del fotoperíodo se incrementaron las auxinas y se retrazo el punteamiento. La concentración de giberelinas y auxinas se incrementó en mayor proporción en el genotipo Marroquí (93.5 y 238 %) que en el Sun Master (29.5 y 67 %), por el incremento de temperatura. La concentración de estas hormonas por reducción del fotoperíodo se incremento entre 80 y 100 % en ambos genotipos. La concentración de citocininas en los genotipos Marroquí y Sun Master fue

- Jones, M. G. and J. A. D. Zeevaart. 1980. Gibberellins and the photoperiodic control of stem elongation in the long day plant *Agrostemma githago* L. *Planta* 149: 269 – 273.
- Lee, I. J.; K. R. Foster and P. W. Morgan. 1998. Photoperiod control of gibberellin levels and flowering in sorghum. *Plant Physiology*, 116: 1003 – 1011
- Pharis, R. P. and R. W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 36: 517 – 568.
- Ramírez R., H. 1979. Effects of growth substances on some physiological processes in apple in relation to flower initiation. Thesis PhD. University of Bristol, UK. 192 pp.
- Reyes, H. 2000. Productor y Comercializador de Cilantro en el Noreste de México. Comunicación Personal.
- Roberts, N. J.; R. C. Menary and P. J. Hoffman. 1991. Plant growth substances in *Boronia megastigma* Nees. during flowering. *Journal of Horticultural Science*, 66 (3): 327 – 334.
- Rood, S.B.; K. M. Larsen; L. N. Mander; H. Abe and R. P. Pharis. 1986. Identification of endogenous gibberellins from sorghum. *Plant Physiology*, 82: 332 – 332.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., U.S.A 559 p
- Talon, M. and J. A. D. Zeevaart. 1990. Gibberellins and stem growth as related to photoperiod in *Silene armeria* L. *Plant Physiology*, 92: 1094 – 1100.

## 4.5 Retraso de la floración en cilantro con reguladores del crecimiento

### Flowering delay in coriander using growth regulators

#### 4.5.1 Resumen

En el Noreste de México, en las siembras de primavera-verano, el principal problema para producir cilantro es el “punteo prematuro”. Se cree que es un proceso fotomorfogénico que ocasiona un cambio endógeno hormonal. Por ello, durante el 2000 y 2001, se establecieron tres experimentos con el objetivo de controlar el crecimiento del cilantro a través de la aplicación exógena de fitohormonas y determinar el mejor manejo de estas para evitar o retrasar el “punteo” en las siembras de verano. Los resultados indican que la giberelina AG<sub>3</sub> acelera el punteo, mientras que la auxina AIA y la citocinina Kinetina lo retrasan; el efecto de los fitoreguladores varía en función del genotipo, y la mejor combinación resultó la aplicación de AIA + Kinetina una vez a dosis de 5 + 5 ó 15 + 10 ppm, respectivamente. El mayor retraso en los días a punteo fue de 21.3 días. La altura de la planta se afectó positivamente.

Palabras clave: **fitoreguladores, genotipos, floración, *Coriandrum sativum*.**

#### 4.5.2 Summary

The coriander production during the spring-summer season has the problem of early flowering in the Northeast part of Mexico. Apparently, these

changes are due to a photomorphogenesis process induced by an hormonal change. During 2000 and 2001 three experiments were carried out with the objective to control growth and development through external applications of growth regulators and to determine the best management, to avoid or to delay the flowering in coriander during the summer season. The results showed that gibberellins AG<sub>3</sub> induced flowering, while auxin AIA and citocinine kinetine delayed it. The phyto regulators effects depend on the genotype. The best combination was two applications of AIA+Kinetine in doses of 5 + 5 or 15 + 10 ppm, respectively. The plant height was affected positively.

**Key words: plant hormones, genotypes, flowering, *Coriandrum sativum*.**

#### 4.5.3 Antecedentes

En el Noreste de México, en las siembras de primavera-verano, el principal problema en la producción de cilantro es el "punteo prematuro" (primer síntoma visible de la floración), cuyas consecuencias pueden ser tan graves que es preferible no cosechar el producto (Yáñez, 1988); sin embargo, en esta época el precio medio rural del cilantro es superior en 100 % comparado con el precio de invierno (Reyes, 2000). Se cree que el problema citado es un proceso fotomorfogénico que se debe al fotoperíodo largo y a las altas temperaturas que ocasionan un cambio en la concentración endógena hormonal; por lo cual, una alternativa de solución puede ser la aplicación exógena de fitoreguladores. Los fitoreguladores están involucrados en el control del crecimiento y la diferenciación y actúan en la regulación de actividades fisiológicas (Taiz y

Zeiger, 1991; Gutiérrez y Larqué, 1996; Arshad y Frankenberger, 1998). Entre las funciones de las auxinas se pueden citar: 1) estimulan la elongación celular y la diferenciación en el xilema y el floema, 2) habilitan a la yema apical para suprimir el crecimiento de las yemas laterales, 3) retrasan la senescencia foliar (Mauseth, 1991; Raven *et al.*, 1992; Arteca, 1998). Según Davies (1995), entre los efectos de las citocininas se encuentran: 1) estimulan la división celular. 2) estimulan el crecimiento de las yemas laterales, 3) estimulan la expansión foliar como resultado del alargamiento de las células y 4) promueven la conversión de etioplastos a cloroplastos vía la estimulación de la síntesis de clorofila. Las giberelinas activas muestran efectos fisiológicos, de acuerdo con Davies (1995) algunos de ellos son: 1) elongación del tallo por estimulación de la división y elongación celular, 2) estimulan la emisión del tallo floral y la floración en respuesta a los días largos y 3) en plantas con crecimiento inicial en roseta pueden retrasar la floración. Aunque, Rappaport (1978) citó lo contrario para éste tipo de plantas.

Weaver (1982) y Rojas y Ramírez (1993) mencionaron que en plantas de día corto, la aplicación de giberelinas (GA) retrasa la iniciación floral. Dicho retraso se debe al crecimiento rápido de los brotes, que resulta en una gran competencia entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo floral. Salisbury y Ross (1994) citaron que en plantas de día largo las auxinas inhiben la floración y que la GA la estimula; esto último, por inducir niveles altos de GA y niveles bajos de ácido indolacético (AIA); los días cortos, determinan una situación inversa.



Krekule (2002) reportó que en *Chenopodium rubrum* (planta de día corto) y en *Brassica campestris* (planta de día largo) las citocininas y las auxinas inhiben la expresión del estado floral, primero por inducir la iniciación y crecimiento de hojas y más tarde por suprimir la formación y crecimiento de yemas axilares. Por su parte, Maroto (1989) reportó que en apio, para evitar o retrasar la floración, se aplica ácido  $\alpha$  - clorofenoxipropiónico a 100 ppm; en cambio, en tomate, coliflor, brócoli y cebolla se ha usado ácido giberelico (AG<sub>3</sub>) en dosis de 10 a 50 ppm para inducir floración; mientras que en chícharo, las aplicaciones de AG<sub>3</sub> no hacen variar la fecha de floración. Amruthavalli (1978) en cilantro, reportó que el AG<sub>3</sub> a 25 ppm aceleró la floración, la benciladenina a 250 ppm produjo lo opuesto, y que en combinación con el AG<sub>3</sub>, no altera la influencia de este último en acelerar la floración. Brown y Menary (1994) en *Tanacetum cinerariaefolium* y Lee *et al.* (1998) en sorgo, determinaron que la concentración de AG<sub>3</sub> se incrementa bajo condiciones inductivas de iniciación floral y se correlaciona con la elongación del tallo floral; en cambio, la concentración de AIA declina significativamente. Las giberelinas fueron benéficas para la floración por incrementar la tasa de iniciación y crecimiento de las yemas axilares. Badgujar y Warhal (1988) trataron semillas de cilantro con 10 ppm de AIA, 20 ppm de ácido naftalenacético o 50 ppm de AG<sub>3</sub> y reportaron incrementos en la producción de hojas. En apio, para forzar el crecimiento vegetativo, resultó eficaz el AG<sub>3</sub> a 25 ppm aplicada entre 25 y 30 días antes de cosecha (Maroto, 1989).

Sobre la base de lo anterior, en este trabajo se planteó el objetivo de controlar el crecimiento y desarrollo del cilantro, sembrado en primavera-verano, a través de la aplicación exógena de fitohormonas y determinar el mejor manejo para evitar o retrasar el "punteamiento prematuro".

#### 4.5.4 Metodología

### **Experimento 1 y 2**

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) durante el ciclo primavera - verano del 2000, se establecieron dos experimentos bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas; donde el Factor A con ocho niveles de aplicación de fitohormonas: Testigo (se aplicó agua más un dispersante), ácido giberélico ( $AG_3$ ) a 25 ppm, ácido indolacético (AIA) a 15 ppm,  $AG_3$ +AIA a 25 + 15 ppm. Kinetina (KIN) a 10 ppm,  $AG_3$ +KIN a 25 + 10 ppm, AIA+KIN a 15 + 10 ppm y  $AG_3$ +AIA+KIN a 25 + 15 + 10 ppm. El Factor B fue número de aplicaciones con tres niveles: una, dos y tres aplicaciones con un intervalo entre ellas de cinco días. La combinación de niveles de cada factor originó 24 tratamientos que fueron establecidos en tres repeticiones. El genotipo Marroquí y el Criollo Poblano fueron usados en el Experimento 1 y 2, respectivamente. Cada unidad experimental (maceta) constó de una bolsa de polietileno negro de 20 cm de diámetro por 30 cm de altura. El sustrato utilizado estuvo formado por un 50 % de aserrín, con dos años de descomposición al aire libre, y 50 % de tierra negra (base volumen). Las macetas se colocaron dentro de un invernadero de 30 m de ancho por 50 m de

largo sin control ambiental. El 10 de abril del 2000, en ambos experimentos se sembraron 50 semillas por maceta; a los 20 días se aclareó dejando 20 plantas. Se regó cada tercer día durante los primeros 20 días y después cada cinco días aplicando 2 L de agua por maceta. La aplicación de los fitoreguladores se inició a los cinco días después de la emergencia y, según el tratamiento, a intervalos de cinco días se realizó la segunda y tercera aplicación.

Las variables medidas fueron: 1) días a punteo, que se estimó contando los días que trascurrieron desde la siembra hasta que el tres por ciento de las plantas presentaron el sintoma de hojas filiformes, fenómeno conocido como "punteo" y 2) altura de planta (cm), que se midió con regla graduada desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma; esta lectura se realizó al presentarse el punteo. Además, con termómetros de máximas y mínimas, se registraron las temperaturas máximas, mínimas y promedio del día durante el tiempo que duró el experimento.

### **Experimento 3**

Considerando los resultados de los Experimentos 1 y 2, se estableció un experimento en la UAAAN durante el ciclo primavera - verano del 2001. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el Factor A fue el número de aplicaciones con tres niveles (una, dos y tres aplicaciones). El Factor B fue la clase de fitoregulador con doce niveles, que resultaron de combinar AIA a dosis de 0, 5, 10 y 15 ppm con KIN a dosis de

0, 5 y 10 ppm con lo cual, se originaron 36 tratamientos que fueron establecidos en cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron exactamente igual que en los Experimentos 1 y 2. Las macetas se colocaron dentro de un invernadero de 30 m de ancho por 50 m de largo sin control ambiental. El 20 de Mayo del 2001, se sembraron 50 semillas por maceta del genotipo Marroquí; 20 días después de la emergencia, se aclareo dejando 10 plantas por maceta. Se regó igual que en los Experimentos 1 y 2. Las aplicaciones de los fitoreguladores se iniciaron a los cinco días después de la emergencia de las plantas y, según el tratamiento, a intervalos de cinco días se realizó la segunda y tercera aplicación. Igual que en los Experimentos 1 y 2, las variables medidas fueron altura de planta y días a punteo; en este caso, la altura se midió a los 60 días después de la siembra. Además, se registraron las temperaturas ambientales ya citadas.

**Análisis de datos.** La información generada en los tres experimentos fue sometida a análisis de varianza (ANVA) y en su caso a comparación de medias que se realizó con la técnica de Tukey (Little and Hill, 1985).

#### 4.5.5 Resultados.

**Días a punteo.** Los ANVA realizados en los Experimentos 1 y 2 mostraron significancia con  $P \leq 0.01$  en la interacción clase de fitoregulador x número de aplicaciones (Cuadro 9A). Al realizar la separación de medias (Tukey  $P < 0.01$ ) se pudo observar que en el cv. Marroquí (Experimento 1), el

mayor retraso en el punteo de las plantas de cilantro fue para el tratamiento de aplicación dos veces KIN a 10 ppm, seguido por el tratamiento donde se aplicó una vez AIA+KIN a 15 y 10 ppm, respectivamente. Al comparar estos tratamientos con el testigo, se observó un retraso en el punteo de seis días. Por otra parte, al aplicar más de una vez AG<sub>3</sub> solo o en combinación con AIA y/o KIN se adelantó el punteo de las plantas de cilantro, hasta en 5.3 días.

Para el cv. Criollo Poblano (Experimento 2), se observó que al aplicar tres veces AIA+KIN a 15 + 10 ppm, se lograron 7.4 días de retraso en el punteo con respecto al testigo; y al igual que en el cv. Marroquí, al aplicar AG<sub>3</sub> el punteo se adelantó (Cuadro 9).

La variable días a punteo en el Experimento 3, mostró significancia con  $P \leq 0.05$  en la interacción número de aplicaciones x clase de fitoregulador. De acuerdo a la comparación de medias con Tukey ( $P < 0.05$ ), al aplicar una vez AIA+KIN a 5 + 5 ppm, se lograron casi nueve días de retraso en el punteo con respecto al testigo (Cuadro 10); también se pudo observar que aplicar una y tres veces AIA, a diferentes dosis, adelantó el punteo y al aplicar este fitoregulador dos veces, el punteo se retrasó.

Cuadro 9. Comparación de medias en la variable días a punteo en cilantro cv. Marroquí (Experimento 1) y cv Criollo Poblano (Experimento 2), por efecto de la clase de fitoregulador dentro de cada nivel del número de aplicación. Cada valor representa la media de tres repeticiones y su error estándar.

CLASE DE FITOREGULADOR	NÚMERO DE APLICACIÓN			Media
	1	2	3	
<b>1) Cv. Marroquí:</b>				
Testigo	59.7±0.94 c*	60.3±0.94 bcd	59.7±0.94 a	59.9
AG <sub>3</sub> (Ácido Giberélico)	62.3±0.94 abc	57.7±1.89 d	55.0±0.00 c	58.3
AIA (Ácido Indolacético)	62.3±0.94 abc	62.3±0.94 b	59.0±0.00 ab	61.2
AG <sub>3</sub> +AIA	61.0±1.63 bc	58.3±0.94 cd	55.0±0.00 c	58.1
KIN (Kinetina)	61.7±0.94 bc	66.3±0.94 a	61.7±0.94 a	63.2
AG <sub>3</sub> +KIN	63.7±0.94 ab	59.7±1.89 bcd	58.3±0.94 abc	60.5
AIA+KIN	65.7±0.94 a	61.7±0.94 bc	61.7±0.94 a	63.0
AG <sub>3</sub> +AIA+KIN	61.0±0.00 bc	59.7±1.89 bcd	55.7±0.94 bc	58.8
Media	62.2	60.7	58.3	
<b>2) Cv. Criollo Poblano:</b>				
Testigo	49.3±0.94 a	50.0±0.00 ab	49.3±0.94 abc	66.2
AG <sub>3</sub> (Ácido Giberélico)	48.0±2.83 a	48.7±0.94 ab	44.7±1.89 c	47.2
AIA (Ácido Indolacético)	52.7±1.89 a	52.7±1.89 a	45.3±1.89 bc	50.2
AG <sub>3</sub> +AIA	52.7±1.89 a	48.0±1.63 ab	47.3±3.77 bc	49.3
KIN (Kinetina)	52.7±1.89 a	52.7±1.89 a	52.7±1.49 ab	52.7
AG <sub>3</sub> +KIN	48.7±4.99 a	47.3±2.49 ab	45.3±3.40 bc	47.1
AIA+KIN	52.7±1.89 a	52.0±2.83 ab	56.7±0.94 a	53.8
AG <sub>3</sub> +AIA+KIN	50.7±0.94 a	44.7±1.89 b	46.0±2.83 bc	47.1
Media	50.9	49.5	48.4	

\*Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P = 0.01.

Cuadro 10. Comparación de medias en la variable días a punteo en cilantro cv. Marroquí (Experimento 3) por efecto de la clase de fitoregulador dentro de cada nivel del número de aplicación. Cada valor representa la media de cuatro repeticiones y su error estándar.

CLASE DE FITOREGULADOR		NÚMERO DE APLICACIÓN			
AIA <sup>z</sup> , ppm	KIN <sup>y</sup> , ppm	1	2	3	Media
0	0	78.2±5.14 abc*	66.2±6.04 a	77.2±3.23 a	73.9
0	5	76.0±2.04 abc	71.7±2.08 a	73.7±3.43 a	73.8
0	10	75.2±7.47 abc	77.2±2.89 a	77.0±7.27 a	76.5
5	0	72.5±1.57 bc	76.5±2.68 a	73.0±4.41 a	74.0
5	5	87.0±6.41 ab	79.5±2.67 a	73.5±4.70 a	80.0
5	10	81.2±2.12 abc	78.2±3.67 a	74.5±6.96 a	78.0
10	0	70.7±5.40 c	72.2±3.13 a	76.0±3.32 a	73.0
10	5	78.0±3.00 abc	72.5±6.03 a	74.0±5.14 a	74.8
10	10	73.5±1.21 abc	69.0±3.02 a	80.5±1.73 a	74.3
15	0	75.7±3.21 abc	76.0±3.67 a	71.2±8.17 a	74.3
15	5	74.0±7.46 abc	70.0±0.57 a	74.2±2.20 a	72.7
15	10	87.5±2.34 a	73.2±2.34 a	77.5±2.12 a	79.4
Media		77.5	73.5	75.2	

\* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P = 0.05. <sup>z</sup>Ácido indolacético. <sup>y</sup>Kinetina.

**Altura de planta.** En el Experimento 1, el ANVA mostró significancia en la interacción número de aplicaciones x clase de fitoregulador con  $P < 0.01$ . En el Cuadro 11 se pudo observar que al comparar las medias con la prueba de

Tukey los tratamientos donde se aplicó KIN (10 ppm), AG<sub>3</sub>+KIN (25+10 ppm) y AIA+KIN (15+10 ppm) en dos aplicaciones superaron al testigo con P<0.01; sin embargo, al aplicar tres veces todos los tratamientos, no reportaron diferencias estadísticas. Al aplicar una vez AG<sub>3</sub> a 25 ppm la planta de cilantro quedó con menor altura que el testigo aunque, sin diferencias estadísticas.

Cuadro 11. Comparación de medias en la variable altura de planta (cm) en cilantro cv. Marroquí (Experimento 1) por efecto de la clase de fitoregulador dentro de cada nivel del número de aplicación. Cada valor representa la media de tres repeticiones y su error estándar.

CLASE DE FITOREGULADOR	NÚMERO DE APLICACIÓN			Media
	1	2	3	
Testigo	21.7±0.46 ab*	18.0±0.82 c	18.3±0.47 a	19.3
AG <sub>3</sub> (25 ppm)	18.7±1.89 b	23.7±0.47 ab	21.3±2.36 a	21.2
AIA (15 ppm)	19.3±3.30 ab	23.0±2.16 ab	22.0±2.16 a	21.4
AG <sub>3</sub> +AIA (25+15 ppm)	20.7±2.62 ab	21.3±1.70 bc	22.7±0.47 a	21.6
KIN (10 ppm)	20.3±1.70 ab	26.7±1.89 a	21.7±0.47 a	22.9
AG <sub>3</sub> +KIN (25+10 ppm)	19.3±1.25 ab	26.7±1.25 a	21.0±1.63 a	22.3
AIA+KIN (15+10 ppm)	24.0±2.16 a	24.3±0.47 ab	21.3±1.25 a	23.2
AG <sub>3</sub> +AIA+KIN (25+15+10 ppm)	20.7±1.25 ab	21.0±2.16 bc	20.3±0.47 a	20.7
Media	20.6	23.1	21.1	

\* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P ≤ 0.01. AG<sub>3</sub> Ácido giberelico, AIA Acido indolacético, KIN Kinetina



En el Experimento 2 el ANVA mostró significancia con  $P < 0.01$  en los efectos principales. En el Cuadro 12 se observó que el tratamiento donde se aplicó AIA+KIN (15+5 ppm) superó al resto de los tratamientos con un incremento en la altura de la planta del 22 % con respecto al testigo; también, se observó que el mejor número de aplicaciones fue tres; sin embargo, y a diferencia del Experimento 1, en ninguno de los tratamientos del Experimento 2, las plantas alcanzaron altura de 25 cm o más que se requieren para corte.

Cuadro 12. Comparación de medias en la variable altura de planta (cm) en cilantro cv C. Poblano (Experimento 2) por efecto de la clase de fitoregulador y del número de aplicaciones. Cada valor representa la media de tres repeticiones y su error estándar.

CLASE DE FITOREGULADOR	MEDIA	NÚMERO DE APLICACIONES	MEDIA
TESTIGO	17.0±0.24 b*	1	18.6±1.33 ab*
AG <sub>3</sub>	16.8±1.00 b	2	16.6±0.89 b
AIA	18.0±1.63 ab	3	19.7±0.89 a
AG <sub>3</sub> +AIA	18.4±1.70 ab		
KIN	18.6±0.65 ab		
AG <sub>3</sub> +KIN	19.0±0.24 ab		
AIA+KIN	20.7±0.72 a		
AG <sub>3</sub> +AIA+KIN	18.1±0.18 ab		

\* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.01$ . AG<sub>3</sub> = Ácido giberélico AIA = Ácido indolacético KIN = Kinetina

En el Experimento 3 el ANVA de esta variable mostró significancia en la interacción número de aplicaciones x clase de fitoregulador con  $P < 0.01$  y según la comparación de medias con la prueba de Tukey (Cuadro 13) la mejor interacción resultó al aplicar dos veces AIA (15 ppm) aunque, fue

estadísticamente igual al aplicar dos veces AIA+KIN (10 + 5 ppm). Otras interacciones donde la planta tuvo altura para corte fueron aplicar una vez KIN (a 5 y 10 ppm) y aplicar dos veces AIA +KIN (10+10 y 15+5 ppm).

Cuadro 13. Comparación de medias en la variable altura de planta (cm) en cilantro cv. Marroquí (Experimento 3) por efecto de la clase de fitoregulador dentro de cada nivel del número de aplicaciones. Cada valor representa la media de cuatro repeticiones y su error estándar.

CLASE DE FITOREGULADOR		NÚMERO DE APLICACIÓN			
AIA <sup>z</sup> , ppm	KIN <sup>y</sup> , ppm	1	2	3	Media
0	0	21.5±0.17 c*	24.5±0.12 bcde	23.0±0.67 abc	23.0
0	5	21.5±1.83 c	25.5±0.62 bcd	22.5±0.17 c	23.2
0	10	26.0±1.67 ab	25.5±0.39 bcd	26.5±2.83 ab	26.0
5	0	24.2±2.55 abc	21.2±0.38 e	26.7±0.46 a	24.0
5	5	21.0±1.00 c	22.5±1.42 de	22.2±0.79 c	21.9
5	10	27.2±0.64 a	23.5±0.27 cde	25.7±1.13 abc	25.5
10	0	23.0±0.74 bc	21.2±1.05 e	22.5±1.50 c	22.2
10	5	24.5±0.75 abc	28.2±3.24 ab	22.2±0.79 c	25.0
10	10	22.0±1.09 c	25.2±1.01 bcd	25.0±1.33 abc	24.1
15	0	22.5±0.72 bc	30.5±1.83 a	23.7±3.79 abc	25.6
15	5	26.0±0.33 ab	26.7±0.84 abc	26.0±0.33 abc	26.2
15	10	24.0±0.49 abc	23.7±3.06 cde	22.7±0.46 bc	23.5
Media		23.6	24.8	24.1	

\* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P< 0.01 <sup>z</sup>Ácido indolacético <sup>y</sup>Kinetina

#### 4.5.6 Discusión

**Días a punteo.** Con la aplicación de auxinas (AIA) y citocininas (KIN) se observó un efecto de retraso en los días a punteo en plantas de cilantro. En los tres experimentos realizados los resultados fueron similares y se logró retrasar el punteo hasta en 6.6, 7.4 y 21.3 días; es decir un 11.05, 15.01 y 32.17 %, respectivamente. Estos resultados coinciden con los reportados por Amruthavalli (1978), quién al aplicar la citocinina benciladenina a 250 ppm retraso la floración en cilantro y con Krekule (2002), quién reportó que las citocininas y auxinas inhiben la expresión del estado floral tanto en plantas de día corto como en plantas de día largo, por inducir primero la iniciación y crecimiento de las hojas y después por suprimir la formación y crecimiento de yemas axilares. El resultado de retraso en los días a punteo en cilantro, probablemente se debe a que los fitoreguladores están involucrados en el crecimiento y la diferenciación y porque con la aplicación exógena de fitohormonas, se da una competencia entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo floral. Efectos que fueron reportados por Weaver (1982), Taiz y Zeiger (1991), Rojas y Ramírez (1993), Gutiérrez y Larqué (1996) y Arshad y Frankenberger (1998). De acuerdo a nuestros resultados al aplicar AIA y KIN se logró estimular el crecimiento vegetativo y retrasar los procesos de diferenciación. Los resultados de los Experimentos 1 y 2 también mostraron que al aplicar AG<sub>3</sub> se adelanta el punteo en 4.7 y 4.6 días, respectivamente. Estos resultados están de acuerdo con Arteca (1998) y otros autores que han reportado que las aplicaciones de giberelinas inducen y adelantan la floración,

sin embargo, están en desacuerdo con Rappaport (1978) quién reportó que en plantas en roseta, caso del cilantro, la aplicación de giberelinas puede retrasar la floración. Al considerar los resultados anteriores y lo citado por Salisbury y Ross (1994) y Davies (1995) en relación a que bajo condiciones de día largo las giberelinas estimulan la floración a la vez que estimulan la emisión del tallo; así como al hábito de crecimiento inicial en roseta del cilantro, se podía esperar que este cultivo iniciara su diferenciación en menor tiempo al aplicar giberelinas.

**Altura de planta.** Con la aplicación de sustancias reguladoras del crecimiento ( $GA_3$ , AIA y KIN) en los Experimentos 1, 2 y 3 se logró incrementar la altura de las plantas de cilantro; sin embargo, en el Experimento 2, con ninguno de los tratamientos las plantas de cilantro alcanzaron altura para corte. En general, con la aplicación de AIA y KIN el efecto en la altura de planta fue mayor. El incremento en la altura de la planta fue 48.3, 18.7 y 41.9 % en los Experimentos 1, 2 y 3, respectivamente. Estos resultados se deben al efecto combinado de auxinas y citocininas en relación al estímulo en la división y elongación celular, en el retraso de la senescencia foliar, por estimular la expansión foliar y habilitar a la yema apical para suprimir el crecimiento de las yemas laterales; lo cual, se puede traducir en mayor altura de planta. Efectos, que fueron reportados por Mauseth (1991), Raven (1992), Davies (1995) y Arteca (1998) y coinciden con Krekule (2002), quiénes al trabajar con plantas de día corto y de día largo, reportaron que las citocininas y las auxinas inducen la iniciación y crecimiento de hojas. En el Experimento 2, la menor respuesta en altura de planta parece estar ligada al genotipo, ya que en experimentos

anteneros, sin aplicación de fitohormonas, el cv. Crollo Poblano, genotipo utilizado en este experimento, siempre fue de porte bajo y muy precoz para florecer.

#### 4.5.7 Conclusiones

Con la aplicación de los fitoreguladores AIA y KIN es posible retrasar la floración en plantas de cilantro. La respuesta a estos reguladores del crecimiento esta en función del genotipo y fue mayor en el Marroquí. La aplicación de ácido giberélico solo ó en combinación con otros fitoreguladores adelanta la floración en cilantro. La mejor combinación de fitoreguladores para retrasar el punteo en cilantro, resultó al aplicar una vez AIA+KIN a dosis de 5+5 ppm o 15+10 ppm, respectivamente. La altura de la planta se incrementa con la aplicación de AIA y KIN y la respuesta varía en función del genotipo.

#### 4 5.8 Bibliografía

- Amruthavalli, S. A. 1978. Sex expression in coriander ( *Coriandrum sativum* L ) as affected by growth regulators. Bangalore University, India. Current Science. 47 (23) :929 - 930
- Arshad, M. and W. F. Frankerberger Jr. 1998. Plant growth-regulating substances in the rhizosphere Microbial production and functions Advances in Agronomy 62. 45-151.
- Arteca, R. N. 1998. Plant growth substances: principles and applications. Chapman & Hall New York 332 p

- Badgujar, C.D. and K. N. Warhal. 1988. Effects of seed soaking and wrapping on growth and yield of vegetable coriander. *Journal of The Maharashtra Agricultural Universities* 13 (3): 344 - 345.
- Brown, P. H. and R. C. Menary. 1994. Flowering in pyrethrum (*Tanacetum cinerariaefolium* L.) II. Changes in plant growth regulator concentrations *Journal of Horticultural Science* 69 (6): 985 – 992.
- Davies, P. J. 1995. *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. Cluwer. Dordrecht. pp 118-139.
- Gutiérrez R., M. y A. Larqué S. 1996. Cuantificación de hormonas vegetales por medio de anticuerpos. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 5:85 - 93.
- Krekule, J. 2002. Possible role of growth substances in multiple control of flowering. *In: <http://www.actahort.org/books/91/91-4.htm>*
- Lee, IN-J.; K. R. Foster and P. W. Morgan. 1998. Photoperiod control of gibberellins levels and flowering in sorghum. *Plant Physiology* 116: 1003-1011.
- Maroto, J. V. 1989. *Horticultura herbácea especial*. 3ª edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 629 p.
- Mauseth, J. D. 1991. *Botany: An introduction to plant biology*. Saunders. Philadelphia. pp 98-117.
- Rappaport, L. 1978. *Plant growth regulators. Study guide for agriculture pest control*. Advisers division of agricultural science. University of California. Los Angeles. 78 p
- Raven, P. H., R. F. Evert and S. E. Eichhorn. 1992. *Biology of plants*. Worth New York pp 546-572.

- Reyes, H. 2000. Productor y comercializador de cilantro en el Noreste de México. Comunicación Personal.
- Rojas G., M. y H. Ramírez. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas, fisiología – tecnología - experimentación 2ª edición ED. LIMUSA. México. 263 p.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. 1ª edición. Virgilio González V. (Traductor). Grupo Editorial Iberoamericano, S.A. de C V. México. 759 p.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., U.S.A. 559 p
- Yañez R., J. N. 1988. Notas del curso: Producción de hortalizas II. Departamento de Horticultura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Weaver, R. J. 1982. Reguladores de crecimiento de las plantas en la Agricultura. ED. Trillas. México. 620 p.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1) La capacidad de germinación, así como los días a germinación del cilantro varían en función de la temperatura y el genotipo. La temperatura óptima de germinación del cilantro fue de 18 °C y entre genotipos varía de 17 a 19 °C.

2) La temperatura base del cilantro fue de 4.8 °C y varía entre genotipos con valor entre 4.1 y 5.8 °C. La constante térmica para completar el ciclo de vida del cultivo del cilantro, varió en función del genotipo y del ambiente de producción.

3) El modelo logístico específico para cilantro mostró buen ajuste para describir el crecimiento de esta hortaliza.

4) El área foliar y el peso seco del cilantro guardan una relación lineal entre ellos.

5) El patrón de crecimiento del cilantro, fue afectado por el incremento de temperatura, por la reducción del fotoperíodo y por el genotipo.

6) Los índices TCC, TAN y DAF mostraron tendencia creciente a través del tiempo hasta alcanzar un valor máximo y luego su valor disminuyó. La TRCF y la RAF mostraron tendencias decrecientes a través del tiempo. La TRC se mantuvo constante hasta los 63 dds y luego disminuyó.

7) En función, principalmente de la TRCF y la DAF, el mejor genotipo para la producción comercial de follaje de cilantro es el Marroquí.

8) En función de todos los índices de crecimiento, es posible sembrar diferentes genotipos de acuerdo al ambiente de producción



9) Durante la diferenciación floral, la concentración de giberelinas y citocininas endógenas mostraron tendencia creciente; en cambio, la tendencia de las auxinas fue decreciente.

10) Con el incremento de temperatura se incrementan las giberelinas y las citocininas endógenas y se adelanta el punteamiento

11) Con la reducción del fotoperíodo se incrementan las auxinas endógenas y se retrasa el punteamiento. Con la aplicación de los fitoreguladores AIA y KIN se retrasó la floración en cilantro y la magnitud de la respuesta a estos reguladores del crecimiento estuvo en función del genotipo.

12) La aplicación de ácido giberélico solo ó en combinación con otros fitoreguladores adelantó la floración en cilantro.

13) La mejor combinación de fitoreguladores para retrasar el punteo en cilantro, resultó aplicar una vez AIA+KIN a dosis de 5 + 5 ppm o 15 + 10 ppm, respectivamente.

14) La altura de la planta se incrementa con la aplicación de AIA y KIN y la respuesta varió en función del genotipo.

## VI. LITERATURA CITADA

- Amruthavalli, S. A. 1978. Sex expression in coriander (*Coriandrum sativum* L.) as affected by growth regulators. *Current Science* 47 (23): 929-930
- Andrio, E. E. 1989 Comportamiento de 15 colecciones de cilantro en la región de Ramos Arizpe, Coahuila. Ciclo Verano 1988. Tesis Licenciatura, UAAAN Saltillo, Coahuila
- Anónimo. 1999. La costa del Golfo, umbral de la historia mexicana (II). En: *El Mundo Huasteco y Totonaco*.  
<http://mexicodesconocido.com.mx/indigena/huasII.htm>
- Arellano, R. J. J. 1993 Respuesta del cilantro *Coriandrum sativum* L. a la aplicación de ácidos húmicos y estiércol bovino. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Arteca, R. N. 1998. *Plant growth substances: principles and applications*. Chapman & Hall. New York. 332 p.
- Ascencio, J y J. E. Fargas. 1973. Análisis de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Turnalba-4) cultivado en solución nutritiva. *Turrialba*. 23 (4): 20-42.
- Badgujar, C.D. and K.N. Warhal. 1988. Effects of seed soaking and wrapping on growth and yield of vegetable conander. *Journal of The Maharashtra Agricultural Universities* 13. (3) 344 - 345
- Barboza, C.R 1994. Aplicación de giberelinas, ácidos húmicos y algas en cilantro *Coriandrum sativum* L. como mejoradores de la calidad y

- producción en follaje fresco. tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal 1ª edición en español. A.G.T editorial S.A. México.
- Blanco, M. V. 1992. Uso de GA<sub>3</sub> para promover la germinación en semillas de cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Carballo C., A. B. 1998. Determinación de la temperatura base de seis genotipos de cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis de Licenciatura, UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Castaños C., M. 1993. Horticultura, manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 643 p.
- Causton, D. R. 1991. Plant growth analysis: the variability of relative growth rate within a sample. *Annals of Botany* 67 (2): 137-144.
- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome 83 p.
- Dorantes G., A. L. P. 1992 Respuesta del cultivo del cilantro *Coriandrum sativum* L. a diferentes dosis y formas de aplicación de algas marinas Tesis Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Esau, K. 1959. Plant anatomy. Ed John Willey & Sons, New York.

- Fernández de C., O. A. 1988. Pruebas de adaptación, estimación de parámetros genéticos y correlaciones en 12 genotipos de cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Flores V., R. 1992. Evaluación de la susceptibilidad / tolerancia a la floreció de 44 genotipos de cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Font Q., P. 1978. Plantas Medicinales. El dioscórides renovado. 4ª. Edición. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España. pp 482-483.
- Galván P., B. 1994. Influencia de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas hortícolas. Los conceptos de unidades calor y métodos de cálculo. INIFAP, Sonora. Notas sin publicar.
- Gordon, H. R. and J. A. Barden. 1984. Horticultura. 1ª Edición en Español. AGT Editor, S.A. México. pp 266-267.
- He, C.K. and C.Q. Wang. 1985. An investigation of flower bud differentiation and flowering in *Coriandrum sativum* Journal of Fujian Agricultural College Fujian Nongxueyuan Xuebao. 14: 2, 165-170.
- Hedge, D. M. 1987. Growth analysis of bell pepper (*Capsicum annum* L ) in relation to soil moisture and nitrogen fertilization. Scientia Horticulturae (33) 179-187.
- HEH. 1996. Alphabetical index of herbs. John's Home Page/Hort "N" SPICY Page/Food Cooking Stuff page.

- Hernández C., C. 1994. Producción de cilantro *Coriandrum sativum* L. en estación cálida bajo diferentes frecuencias de riego y densidades de siembra. Tesis Licenciatura UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila
- Hernández O., O. R. 1991. Duración de las etapas fenológicas de la papa *Solanum tuberosum* L. En la región agrícola de Navidad, N. L. en relación a las unidades calor y fototérmicas. Tesis de Licenciatura, UAAAN, México.
- Hunt, R. 1982. Plant Growth analysis, second derivatives and compounded second derivatives of splinted plant growth curves. *Ann. Bot.* 50: 317-328.
- INPOFOS. 1998. Informaciones Agronómicas. Núm. 3 Vol. 2.
- ISTA. 1985. International Seeds Testing Association. International Rules for Seed Testing, Rules Zurich, Switzerland.
- Jethani, I. 1984. Revised studies on the seed testing procedures of coriander. *Horticultural Abstracts* (54) 8:5709.
- Kreuzer, A. D. H. 1993. The effects of daylength and temperature on the development of seven oil seed species. *Overflag Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek*. Wageningen, Netherlands. No 180, 35 pp.
- Kvet, J. J.; P. Ondak; J. Nekas and P. G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. In. *Plant photosynthetic production, manual of methods*. Sesták Z., J. Catský and P.G. Jarvis (Editors). Junk Publishers The Hague. Netherlands

- Lan Chow Wing, K. F.; M. A. Busawon and I. Rajkomar. 1984. Foliage yield and bolting in coriander at different times of harvest. Technical Bulletin Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources, Mauritius. No. 4 24-27. Mauritius.
- Maroto, J. V. 1989. Horticultura herbácea especial, 3ª edición. Ediciones Mundo Prensa. Madrid. 629 p.
- Medina, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico
- Mohr, H. and P. Schopfer. Plant physiology. 1era edición. Lawlor G. and D. Lawlor (traductores). Edition by Springer-Verlag, Berlin. 659 p.
- Morales P., A. 1994. Inhibición del "punteado prematuro" en cilantro *Coriandrum sativum* L. cv Criollo de Ramos con aplicación foliar de etileno tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Painter, J. W. and G. E. Stemberger 1972. Peach flowering responses as related to time of gibberellins application. Hort Science 7 :389 - 390.
- Pearson, I. T. and R. Hunt. 1981. Plant growth analysis: A program for the fitting of lengthy series of data by method of B-Splines. Ann. Bot. 48: 341-352.
- Pedro J., M. J.; A. A. Mascarenhas; O. Tassel Filho y L. R. Angelocci. 1985. Análise de crescimento em soja. Turrialba 4 (35): 323-327.
- Peneva, P. and A. Knlov. 1977. The influence of ecological conditions on the productivity of some Russian coriander cultivars. Institut po Introduksiya i Rastitelni Resursi. Sofia, Bulgaria. 14(1). 67-76.

- Perry, B. K., C. T. Wenher, L. G. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hort Science 21 (3) 419-423.
- Perry, B. K. and C T. Wehner. 1990 Prediction of cucumber harvest date using a heat unit model. Hort Science 116 (2). 206-209
- Prakash, G. and N. Kumar. 1984. Sexual diversity in *Coriandrum sativum* L Plant Cell Incompatibility News Letter, 16: 7-8.
- Preece, J. E. and P. E. Read. 1993 The biology of horticulture, an introductory text book John Wiley, Sons, Inc. USA. 480 p.
- Putievsky, E. 1983. Effects of day length and temperature on growth and yield components of three seed spices. Horticultural Abstracts (53) 61:16
- Radford, P. J. 1976. Growth analysis formulae – Their use and abuse. Crop Science: 3 (7) 171-175.
- Ramírez G., J. 1994. Respuesta de la floración prematura de cilantro *Coriandrum sativum* L. a diferentes frecuencias de riego y dosis de fertilización nitrogenada. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila
- Ramírez J., L.; L. O. Mendoza; C. J. Ortiz; H. V. González y A. H. Ángeles. 1986. Análisis de crecimiento de un híbrido simple de maíz y sus progenitores Agrocencia 64 302-315
- Rappaport, L. 1978. Plant growth regulators. study guide for agriculture pest control advisers division of agricultural science University of California 78 p

- Raymond, D. 1982. Cultivo práctico de hortalizas. Editorial CECSA. México. pp 144
- Raven, P. H.; Evert, R. F., Eichhorn, S. E. 1992. Biology of plants. Worth. New York. pp 546-572.
- Reed, D. 1993. General horticulture laboratory manual. Ed. Alpha Editions. Department of Horticultural Sciences, Texas A & M University. College Station, Texas.
- Reyes, H. 2000. Productor y comercializador de cilantro en el noreste de México. Saltillo, Coahuila, México. Comunicación Personal.
- Rodale, J. L. 1991. How to grow vegetables and fruits by the organic method Ed. Rodale Press, USA. pp 876-877.
- Rodríguez M., R. y E. Palacios V. 1986. Estudios patométricos de la virosis causada por el virus rayado fino del maíz. 1. Aplicación del modelo logístico a la descripción y caracterización de la epifita. Agrociencia 66 97-110.
- Rojas, G. M. y H. Ramírez. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. 2ª edición. Ed. Limusa, México 263 p
- Rudrich, J. S. W. 1986. Predicting harvesting date of processing tomatoes by a simulation model J. Amer Soc Hort. Sci. 111 (4):11-16
- Russell, M. P., W. W. Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science: (24) 28-32.
- SAGAR 1991 - 1995. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo. México



- SAGAR 2000. Estadísticas agrícolas del estado de Coahuila. SAGAR, Delegación Coahuila.
- Salisbury F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. 1ª edición. Virgilio González V. (traductor). Grupo editorial Iberoamericano, S.A. de C.V México. 759 p.
- Sandoval M., M. 1993. Determinación de unidades calor en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) var. nantes strong con el uso de cubiertas flotantes. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Santiago C., M. 1993. Inhibición del "punteado prematuro" en cilantro *Coriandrum sativum* L. con aplicaciones de reguladores de crecimiento. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Sergeeva, D. S. y V. M. Sill'Chenco. 1984. Resistance of coriander to low temperatures. Fizioloi'ys, Biokhimyz ku' l tuinykn Rosteni. Ukranian, URSS 16 (1): 52-55.
- Serrano C., Z. 1990. Producción en invernaderos. Editorial Mundi Prensa, España. 644 p.
- Simón E., M. 1993. Dosis y número de aplicaciones de giberelinas en cilantro *Coriandrum sativum* L. Establecido en Primavera-Verano. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Simonetti, G. 1991 Guía de hierbas y especias. Ed. Grijalvo, México.
- Sivori, M. E. , E. R. Montaldi y O. H. Caso. 1980 Fisiología vegetal. Editorial Hemisferio Sur Buenos Aires, Argentina. 680 p

- Solano T., G. 1993 Efecto del estiércol y ácidos húmicos sobre las propiedades físicas - químicas del suelo y producción de follaje fresco de cilantro. Tesis de licenciatura. UAAAN, México.
- Solórzano V., E.; C. J. Ortiz y O. L. Mendoza 1982. Análisis de crecimiento en haba (*Vicia faba* L) Agrociencia, 103-106.
- Taiz, I. and E. Zeiger. 1991. Plant physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., U.S.A. 559 p.
- Tinajero, F. L. 1993. Aplicación de algas marinas y estiércol bovino en el cultivo del cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Torres A., F. 1993 Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis de licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Yañez R., J. N. 1985. Notas del curso. Producción de hortalizas II. Departamento de Horticultura, UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- UNPH. 1986. Exportación de cilantro controlado por la UNPH. Culiacán. Sinaloa México. pp 1-5.
- Valadez L., A . 1990 Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, 1ª Reimpresión México pp 36, 274.
- Valverde, E. y M. V Sáenz 1985. Análisis de crecimiento del chayote (*Sechium edule* Sw ) Turrialba 35 (4) 395-402.

- Villalpando J., F.; I del R. Laborde y J. A. Ruiz. 1991. Notas del curso:  
capacitación en agricultura y meteorología agrícola. Agrometeorología,  
Temperatura y Fenología. Guadalajara, Jalisco, México
- Wallace, D. H. and H. M. Munger. 1985. Studies of the physiological basis for  
yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop  
Science*, 5: 343-347.
- Weaver, R. J. 1982. Reguladores de crecimiento de las plantas en la  
agricultura. Ed. Trillas. México. 620 p.
- West, C. A. and T. Beilly. 1961. Properties of gibberellins from flower in plants.  
*Advances Chemistry series* 28. 37 - 41.
- Zamudio S., F. y J. Ayerde. 1998. Modelos de crecimiento. *Revista Chapingo  
Serie Ciencias Forestales*, 1: 79 - 87.
- Zavala M., B. 1992. Aplicaciones de giberelinas en el cultivo del cilantro  
*Coriandrum sativum* L. establecido en verano. Tesis de Licenciatura  
UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

## VII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Temperatura y fotoperíodo prevalecientes en tres ambientes de producción en un experimento sembrado en satillo.

QUINCENA	FOTOPERIODO, horas-luz		TEMPERATURA, °C	
	Normal	Reducción del fotoperíodo	Normal	Incremento de Temperatura
1	12.16	9.16	18.3	27.0
2	11.55	8.55	20.1	29.0
3	11.35	8.35	18.7	27.2
4	11.15	8.15	15.4	25.9
5	10.56	7.56	16.0	21.3
6	10.41	10.41*	16.1	16.1*
7	10.30	10.30*	13.6	13.6*

\*En estas quincenas ya no se aplicó el tratamiento para reducir el fotoperíodo o incrementar la temperatura.

Cuadro 2A. Cuadrados medios del área foliar y peso seco en cilantro a diferentes fechas de muestreo.  
Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F. V.	GL	Cuadrados Medios									
		24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 DDS	69 dds	89 dds		
<b>Area foliar:</b>											
Repet.	2	0.904	4.585		51.707	23.734		269.875	804.375		
Factor A	3	4.613**	40.229**		524.648*	985.958**		3774.583**	3789.917**		
Error A	6	0.081	0.926		51.279	59.542		302.250	83.000		
Factor B	2	0.971*	30.571**		327.160*	438.516ns		3803.312**	3454.125**		
Inter.	6	4.723**	49.921**		235.022*	1157.911**		1852.062*	3647.833**		
Error B	16	0.268	1.465		67.193	133.461		553.359	446.391		
C. V., %		14.53	12.90		14.97	12.29		12.01	7.64		
<b>Peso seco:</b>											
Repet.	2	0.97	32.96	1512.91	68.44	1507.75	12120.00	94432.00	1430848.0		
Factor A	3	156.36**	2155.61**	1927.15**	14783.79**	49571.00**	68618.66*	1131626.6ns	1086080.0ns		
Error A	6	2.42	24.19	360.70	1256.08	2224.58	8381.33	668650.7	422314.6		
Factor B	2	31.45**	832.12**	1780.94**	8272.44**	8037.25**	153736.00ns	14112.0ns	200320.0ns		
Inter.	6	77.30**	1240.07**	2616.23**	6608.17**	5211.25**	588589.31**	1262282.6**	1092224.0ns		
Error B	16	3.25	29.61	154.47	379.80	1005.16	45730.00	246468.0	1181768.0		
C. V., %		10.12	11.12	9.06	8.66	8.14	10.78	12.76	18.97		

\*significancia con P<0.05, \*\*significancia con P<0.01, dds días después de siembra.

Cuadro 3A. Cuadrados medios de la tasa de crecimiento del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo.  
Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F. V.	GL	Cuadrados Medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.1	0.2	0.5	8.3	11.7	71.7	428.5	4887.0	14793.5		
Factor A	3	0.0ns	0.3ns	2.3ns	23.5ns	83.4**	727.6ns	4743.9ns	8058.5ns	4510.5ns		
Error A	6	0.5	0.4	2.6	31.4	6.2	179.9	3380.6	17097.6	3835.6		
Factor B	2	0.0ns	0.2ns	2.0ns	18.1ns	69.1ns	99.3ns	51.9ns	420.4ns	3184.3ns		
Inter.	6	0.2**	1.5*	13.5**	123.3**	465.7**	1627.7**	5081.6*	31437.1*	17002.2ns		
Error B	16	0.1	0.4	2.1	24.1	60.2	249.9	1219.4	9015.9	9820.3		
C. V., %		10.48	12.77	12.41	16.51	12.57	12.26	16.29	37.07	64.99		

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo.

Cuadro 4A. Cuadrados medios de la tasa relativa de crecimiento del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Se incluye el coeficiente de variación (C. V.) y la significancia.

F. V.	GL	Cuadrados medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.000002	0.000001	0.000001	0.000004	0.000074	0.000024	0.000011	0.000131	0.000612		
Factor A	3	0.000010ns	0.000008ns	0.000006ns	0.000012ns	0.000029ns	0.000053ns	0.000111ns	0.000058ns	0.000151ns		
Error A	6	0.000017	0.000010	0.000002	0.000034	0.000193	0.000182	0.000366	0.000369	0.000217		
Factor B	2	0.000005ns	0.000005ns	0.000005ns	0.000012ns	0.000021ns	0.000012ns	0.000018ns	0.000006ns	0.000294ns		
Inter.	6	0.000059**	0.000053**	0.000045**	0.000068**	0.000181ns	0.000171ns	0.000546*	0.000960*	0.000573ns		
Error B	16	0.000011	0.000008	0.000006	0.000014	0.000139	0.000081	0.000149	0.000280	0.000384		
C. V., %	2.60	2.23	1.91	2.87	10.13	8.17	13.43	26.90	66.14			

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo.



Cuadro 5A. Cuadrados medios de la tasa relativa de crecimiento foliar del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F.V.	GL	Cuadrados medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00034	0.00005	0.00005	0.00035	0.00028		
Factor A	3	0.000185**	0.000105**	0.000062ns	0.000370**	0.002539**	0.000734**	0.000756**	0.000282ns	0.000215*		
Error A	6	0.000003	0.000007	0.000015	0.000016	0.000110	0.000010	0.000017	0.000080	0.000025		
Factor B	2	0.000048*	0.000035*	0.000096**	0.000248**	0.001594**	0.000171**	0.000060*	0.000138*	0.000184*		
Inter.	6	0.000073**	0.000032*	0.000019ns	0.000209**	0.000759**	0.000165**	0.000149**	0.000037ns	0.000056		ns
Error B	16	0.000009	0.000008	0.000013	0.000027	0.000130	0.000022	0.000016	0.000034	0.000047		
C. V., %	3.34	3.26	4.26	5.35	8.37	23.32	9.25	19.62	35.83			

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo

Cuadro 6A. Cuadrados medios de la tasa de asimilación neta del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F.V.	GL	Cuadrados Medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.0002	0.0052	0.0008	0.0035	0.0023	0.0031	0.0201	0.2109	0.7409		
Factor A	3	0.0076*	0.0099ns	0.0486**	0.1310**	0.1409**	0.2564*	0.7028ns	0.8493ns	0.1070ns		
Error A	6	0.0009	0.0126	0.0031	0.0107	0.0068	0.0286	0.1691	0.5761	0.6583		
Factor B	2	0.0055*	0.0142ns	0.0301*	0.0799*	0.0923*	0.0897ns	0.2456ns	0.2247ns	0.2642ns		
Inter.	6	0.0109**	0.0142ns	0.0720**	0.1881**	0.2632**	0.3333**	0.4866*	1.2441*	1.1883ns		
Error B	16	0.0014	0.0090	0.0061	0.0169	0.0237	0.0607	0.1333	0.3829	0.6561		
C.V., %		13.16	26.41	15.58	19.20	17.96	20.00	25.12	45.70	103.95		

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo.

Cuadro 7A. Cuadrados medios de la duración de área foliar del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F.V.	GL	Cuadrados Medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.01	0.08	0.14	3.16	139.23	213.03	387.16	211.56	495.58		
Factor A	3	52.86**	205.03**	578.43**	5508.66**	4795.02*	4271.58**	12812.10**	14653.48**	6716.29**		
Error A	6	0.80	3.01	19.73	109.10	580.90	305.00	390.79	422.46	518.13		
Factor B	2	13.91*	36.36ns	125.84ns	1394.28ns	6639.27**	4503.53**	2509.12*	39.00ns	2772.69ns		
Inter.	6	24.67**	85.05**	216.11**	2856.58**	1629.47*	1529.17*	3094.55**	3580.70**	1984.53ns		
Error B	16	3.68	14.14	46.09	446.06	554.64	527.94	671.99	400.21	1083.00		
C. V., %		11.96	12.85	13.44	18.77	27.14	15.40	15.84	13.39	29.61		

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo.

Cuadro 8A. Cuadrados medios de la relación de área foliar del cultivo de cilantro en diferentes fechas de muestreo. Se incluye el coeficiente de variación (C.V.) y la significancia.

F.V.	GL	Cuadrados medios										
		17 dds	24 dds	31 dds	38 dds	45 dds	52 dds	59 dds	66 dds	73 dds		
Repet.	2	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Factor A	3	0.0168*	0.0175*	0.0135*	0.0080*	0.0077*	0.0015**	0.0008**	0.0006ns	0.0005ns		
Error A	6	0.0019	0.0021	0.0016	0.0009	0.0011	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002		
Factor B	2	0.0099ns	0.0087ns	0.0052ns	0.0026ns	0.0030ns	0.0015ns	0.0009*	0.0004ns	0.0002ns		
Inter.	6	0.0191**	0.0206**	0.0167**	0.0109**	0.0112**	0.0028**	0.0011**	0.0004*	0.0003ns		
Error B	16	0.0038	0.0043	0.0034	0.0021	0.0024	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001		
C. V., %		11.31	15.33	18.03	19.04	25.44	17.63	18.38	20.76	21.64		

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra, ns no significativo.

Cuadro 9A. Cuadrados medios para días a punteamiento en los genotipos Marroquí (MA) y Criollo Poblano (CP). Se incluyen el coeficiente de variación (C. V.) y la significancia.

F. V.	GL	Cuadrados medios	
		Marroquí	Criollo Poblano
Repetición.	2	0.390625	26.726563
Factor A	7	35.781250**	59.013393**
Error A	14	1.656250	7.801339
Factor B	2	94.390625**	37.726563**
Interacción	14	9.939733**	16.135044*
Error B	32	1.835938	6.500000
C. V., %		2.24	5.14

\*significancia con  $P < 0.05$ , \*\*significancia con  $P < 0.01$ , dds días después de siembra.



