

RETRASO DE LA FLORACIÓN EN CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) CON SUSTANCIAS REGULADORAS DEL CRECIMIENTO

J. Hernández-Dávila¹; F. Zavala-García²; C. G. S. Valdés-Lozano²; G. Salinas-García²;
E. Cárdenas-Cerda²; F. Montes-Cavazos²; H. Gámez-González³

¹ División de Agronomía. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. C. P. 25315. MÉXICO. Correo-e: jhdavila@att.net.mx (Autor responsable).

² Facultad de Agronomía. Subdirección de Estudios de Postgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Carr. Zuazua – Marín Km. 17, Marín, N. L., MÉXICO.

³ Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciudad Universitaria. San Nicolás de los Garza, Monterrey, N. L., MÉXICO.

RESUMEN

En el Noreste de México, en el ciclo de primavera-verano, el principal problema para producir cilantro es el “punteo prematuro” (primer síntoma visible de floración), proceso fotomorfogénico asociado con un cambio endógeno hormonal. Por ello, durante el año 2000 y 2001, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se establecieron tres experimentos con el objetivo de controlar el crecimiento del cilantro, a través de la aplicación exógena de reguladores de crecimiento y determinar el mejor tratamiento para evitar o retrasar el “punteo” en el ciclo de verano. Los resultados indican que la giberelina AG₃ acelera en 4.7 días el punteo, mientras que la auxina AIA y la citosina kinetina lo retrasan hasta en 21.3 días; el efecto de los fitorreguladores varía en función del genotipo, y la mejor combinación resultó con aplicar dos veces AIA + kinetina a concentraciones de 5 + 5 o 15 + 10 mg·litro⁻¹, respectivamente.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: fitorreguladores, crecimiento, desarrollo floral, giberelina, citosina, auxina.

DELAYING BLOOMING IN CORIANDER (*Coriandrum sativum* L.) WITH PLANT GROWTH REGULATORS

ABSTRACT

The main problem in coriander production, during the spring-summer growth cycle in Northeastern Mexico, is “premature tip” (first visible flowering symptom) a photomorphogenic problem associated to an endogenous hormonal change. For this reason, in 2000 and 2001 three experiments were established in the Autonomus Agrarian University Antonio Narro with the objective of controlling growth and development of coriander through external applications of growth regulators, and to determine the best growth regulator treatment to avoid or delay “premature tip” (the onset of blooming) in this species during the summer season. The results show that gibberellins, GA₃, accelerate “premature tip” by 4.7 days, while AIA auxin and cytokinin kinetin delayed it by 21.3 days. Plant regulator effects varied as a function of genotype, and the best combination consisted of two applications of AIA+kinetin at concentrations of 5 + 5 or 15 + 10 mg”liter⁻¹, respectively.

ADDITIONAL KEY WORDS: plant hormones, genotypes, flowering.

INTRODUCCIÓN

En el Noreste de México, en el ciclo de primavera-verano, el principal problema en la producción de cilantro es la aparición prematura del “punteo” (primer síntoma visible de la floración), cuyas consecuencias pueden ser tan graves que es preferible no cosechar el producto (Hernández, 1994). En esta época, sin embargo, el precio medio rural del cilantro es el doble del precio que alcanza durante el invierno (Reyes, 2000²). Se cree que tal problema

es una respuesta fotomorfogénica al fotoperíodo largo y a las altas temperaturas mediante un cambio en la concentración hormonal endógena, por lo cual una alternativa de solución podría ser la aplicación exógena de fitorreguladores.

Los fitorreguladores están involucrados en el control del crecimiento y la diferenciación, a través de la regulación de actividades fisiológicas (Taiz y Zeiger, 1991; Gutiérrez y Larqué, 1996; Arshad y Frankenberger, 1998). Entre las múltiples funciones de las auxinas están: 1) estimular alargamiento celular y la diferenciación en el xilema y el

²Reyes, Hilario. 2000. Productor y Comercializador de cilantro en el Noreste de México.

floema; 2) habilitar la yema apical para suprimir el crecimiento de las yemas laterales; y 3) retrasar la senescencia foliar (Mauseth, 1991; Raven *et al.*, 1992; Arteca, 1998). Según Davies (1995), entre los efectos de las citocininas se encuentran: 1) estimular la división celular; 2) estimular el crecimiento de las yemas laterales; 3) promover la expansión foliar como resultado del alargamiento de las células; y 4) promover la conversión de etioplastos a cloroplastos al estimular la síntesis de clorofila. Las giberelinas también tienen muchos efectos fisiológicos como: 1) alargar el tallo por estimulación de la división y alargamiento celular; 2) acelerar la emisión del tallo floral y de la floración, en respuesta a los días largos; y 3) retrasar la floración en plantas con crecimiento inicial en roseta (Davies, 1995), aunque, Rappaport (1978) citó lo contrario para este tipo de plantas.

Weaver (1982) y, Rojas y Ramírez (1993) indicaron que en plantas de fotoperíodo corto la aplicación de giberelinas (AG) retrasa la iniciación floral debido al crecimiento rápido de los brotes (crecimiento vegetativo) y al lento desarrollo floral. Por su parte, Salisbury y Ross (1994) afirmaron que las auxinas inhiben la floración y que las giberelinas la estimulan en las plantas de fotoperíodo largo al inducir niveles altos de AG y bajos de ácido indolacético (AIA); en cambio, los días cortos determinan una respuesta inversa. En *Che-nopodium rubrum* (planta de fotoperíodo corto) y en *Brassica campestris* (de fotoperíodo largo), las citocininas y las auxinas inhiben la expresión del estado floral, primero por inducir la iniciación y crecimiento de hojas y después por suprimir la formación y crecimiento de yemas axilares (Krekule, 2002). Según Maroto (1989), para evitar o retrasar la floración del apio (*Apium graveolens* cv. Dulce) se puede aplicar ácido α -clorofenoxipropiónico a 100 mg·litro⁻¹; en cambio, en tomate (*Lycopersicon esculentum*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y cebolla (*Allium cepa*) se ha usado AG₃ en concentraciones de 10 a 50 mg·litro⁻¹ para inducir floración. En cilantro, (Amruthavalli, 1978) reportó que el AG₃ a 25 mg·litro⁻¹ aceleró la floración, la benciladenina a 250 mg·litro⁻¹ produjo lo opuesto y ésta en combinación con el AG₃, no alteró la influencia del giberélico en acelerar la floración. Brown y Menary (1994) en *Tanacetum cinerariaefolium* y Lee *et al.* (1998) en sorgo (*Sorgum vulgare*), determinaron que la concentración endógena de AG₃ se incrementa en condiciones inductivas de iniciación floral, mientras que la concentración de AIA declina significativamente; las giberelinas fueron benéficas para la floración al incrementar la tasa de iniciación y crecimiento de las yemas axilares. Al tratar semillas de cilantro con 10 mg·litro⁻¹ de AIA, 20 mg·litro⁻¹ de ácido naftalenacético o 50 mg·litro⁻¹ de AG₃, Badgujar y Warhal (1988) reportaron incrementos en la producción de hojas. En apio, para forzar el crecimiento vegetativo, resultó eficaz el AG₃ a 25 mg·litro⁻¹ aplicado entre 25 y 30 días antes de la cosecha (Maroto, 1989).

Con base en lo anterior, de este estudio el objetivo fue controlar el crecimiento y desarrollo del cilantro sembrado

en primavera-verano, a través de la aplicación exógena de fitohormonas, y determinar el mejor tratamiento hormonal para evitar o retrasar el "punteo" en siembras de verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimentos 1 y 2

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) durante el ciclo primavera-verano del año 2000 se establecieron dos experimentos factoriales, ambos con un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande (Factor A) con ocho niveles fue la sustancia aplicada: Testigo (se aplicó agua más un dispersante), ácido giberélico (AG₃) a 25 mg·litro⁻¹, ácido indolacético (AIA) a 15 mg·litro⁻¹, AG₃+AIA a 25 y 15 mg·litro⁻¹, kinetina (KIN) a 10 mg·litro⁻¹, AG₃+KIN a 25 y 10 mg·litro⁻¹, AIA+KIN a 15 y 10 mg·litro⁻¹ y AG₃+AIA+KIN a 25, 15 y 10 mg·litro⁻¹. La parcela chica (Factor B) correspondió al 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 los experimentos 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 conformado de 50 % de aserrín con dos años de descomposición al aire libre, y 50 % de tierra negra (con base en volumen). Las macetas se colocaron dentro de un invernadero de 30 m de ancho por 50 m de largo sin control climático. Ambos experimentos se sembraron el 10 de abril del 2000, con 50 semillas por maceta; a los 20 días se aclareó a 20 plantas. Se regó cada tercer día durante los primeros 20 días y después cada cinco días con 2 litros de agua por maceta. La aplicación de los fitorreguladores se inició a los cinco días después de la emergencia y, según el tratamiento, a intervalos de cinco días se hicieron la segunda y tercera aplicación.

Las variables medidas fueron: 1) días a punteo, que son los que trascurrieron desde la siembra hasta que el 3 % de las plantas presentaron el síntoma de hojas filiformes; y 2) altura de planta (cm) al punteo, desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma. Además, durante el experimento se registraron las temperaturas máximas y mínimas, y se calculó el promedio.

Experimento 3

Con base en los resultados de los Experimentos 1 y 2 se estableció un tercer experimento en la UAAAN durante el ciclo primavera-verano del año 2001. Aquí 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 (uno, dos y tres aplicaciones), y el Factor B fue la

clase de fitorregulador con doce niveles, que resultaron de combinar AIA a concentraciones de 0, 5, 10 y 15 mg·litro⁻¹, con KIN a concentraciones de 0, 5 y 10 mg·litro⁻¹. Se originaron así 36 tratamientos que fueron establecidos en cuatro repeticiones, con unidades experimentales idénticas a las de los Experimentos 1 y 2. El 20 de mayo del 2001 se sembraron 50 semillas por maceta del genotipo 'Marroquí'; 20 días después de la emergencia, se aclareó a 10 plantas por maceta. Se regó igual que en los Experimentos 1 y 2. Las aplicaciones de los fitorreguladores se iniciaron a los cinco días después de la emergencia de las plantas y, según el tratamiento, a intervalos de cinco días se hicieron la segunda y tercera aplicaciones. 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. También se registraron las temperaturas antes mencionadas.

Análisis de datos

La información generada en los tres experimentos fue sometida a análisis de varianza y a separación de medias con la prueba de Tukey (Olivares, 1997).

RESULTADOS

Días a punteo

En los Experimentos 1 y 2 se detectó significancia ($P \leq 0.01$) en la interacción clase de fitorregulador x número de aplicaciones. En el cv. Marroquí (Experimento 1) los mayores retrasos ($P \leq 0.01$) en el punteo de las plantas de cilantro ocurrieron en el tratamiento de KIN a 10 mg·litro⁻¹ aplicado dos veces, seguido por el tratamiento donde se aplicó una vez AIA+KIN a 15 + 10 mg·litro⁻¹ (Cuadro 1). Con relación al testigo, ambos tratamientos indujeron un retraso del punteo de seis días; en cambio, al aplicar más de una vez AG₃ sólo o en combinación con AIA o KIN, se adelantó el punteo de las plantas de cilantro.

En el criollo 'Poblano' (Experimento 2) hubo necesidad de aplicar tres veces AIA+KIN a 15 + 10 mg·litro⁻¹, para lograr un retraso de 7.4 días en el punteo con respecto al testigo; y al igual que en el cv. Marroquí, al aplicar AG₃ el punteo se adelantó (Cuadro 2). Estos resultados no son concluyentes ya que el tratamiento ácido indolacético + kinetina aplicado tres veces es significativamente igual al testigo.

CUADRO 1. Días a punteo en el Experimento 1 en respuesta a fitorregulador y número de aplicaciones, sobre el cilantro cv. Marroquí.

Clase de Fitorregulador	Número de Aplicaciones			Media
	1	2	3	
Testigo	59.7±0.94 c ^z	60.3±0.94 bcd	59.7± 0.94 a	59.9
AG ₃ (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 ₃ +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 ₃ +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 ₃ +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	

^zValores (± desviación estándar) con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.01$.

CUADRO 2. Días a punteo en el Experimento 2 en respuesta a fitorregulador y número de aplicaciones, sobre el cilantro criollo 'Poblano'.

Clase de Fitorregulador	Número de Aplicaciones			Media
	1	2	3	
Testigo	49.3±0.94 a ^z	50.0±0.00 ab	49.3±0.94 abc	66.2
AG ₃ (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 ₃ +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 ₃ +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 ₃ +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	

^zValores (± desviación estándar) con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.01$.

En el Experimento 3, también se detectó efecto significativo ($P \leq 0.05$) de la interacción número de aplicaciones x clase de fitorregulador. Con la aplicación de AIA+KIN a 5 + 5 mg·litro⁻¹ una vez, se lograron casi nueve días ($P \leq 0.05$) de retraso en el punteo con respecto al testigo (Cuadro 3), mientras que al aplicar una y tres veces AIA sólo, a diferentes concentraciones, se adelantó el punteo pero al aplicarlo dos veces, el punteo se retrasó. Estos resultados, aunque interesantes, no son concluyentes puesto que al comparar estos tratamientos con el testigo ($P \leq 0.05$) no existen diferencias significativas.

Altura de planta

En esta variable también hubo significancia ($P \leq 0.01$) en la interacción número de aplicaciones x clase de fitorregulador.

Con la aplicación de AIA + KIN (15 + 10 mg·litro⁻¹) una y dos veces se superó al testigo (Cuadro 4); sin embargo, al aplicar tres veces cualquiera de los tratamientos no existieron diferencias. En el Experimento 2 sólo hubo significancia ($P \leq 0.01$) de los efectos principales (Cuadro 5). Con la aplicación de AIA+KIN (15+5 mg·litro⁻¹) se logró el máximo incremento en la altura de la planta (22 %) con respecto al testigo y el mejor número de aplicaciones tendió a ser tres. En el Experimento 3 se registró efecto significativo ($P \leq 0.01$) de la interacción número de aplicaciones x clase de fitorregulador y la mejor respuesta ($P \leq 0.01$) se logró al aplicar dos veces AIA (15 mg·litro⁻¹) o dos veces AIA + KIN (10 y 5 mg·litro⁻¹). Otros tratamientos con los que se alcanzó altura de planta para corte fueron KIN (a 5 y 10 mg·litro⁻¹) aplicado una vez y AIA +KIN (a 10 + 10 y 15 + 5 mg·litro⁻¹) aplicado dos veces (Cuadro 6).

CUADRO 3. Días a punteo registrados en el Experimento 3 en función del fitorregulador aplicado y del número de aplicaciones, sobre el cilantro cv. Marroquí.

Clase de Fitorregulador (mg·litro ⁻¹)		Número de Aplicaciones			Media
AIA	KIN	1	2	3	
0	0	78.2±5.14 abc ^z	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	

^zValores (± desviación estándar) con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.
AIA: ácido indolacético; KIN: kinetina.

CUADRO 4. Altura de planta (cm) en función del fitorregulador aplicado y del número de aplicaciones, en el Experimento 1, sobre el cilantro cv. Marroquí.

Fitorregulador	Número de Aplicaciones			Media
	1	2	3	
Testigo	21.7±0.46 ab ^z	18.0±0.82 c	18.3±0.47 a	19.3
AG ₃ (ácido giberélico)	18.7±1.89 b	23.7±0.47 ab	21.3±2.36 a	21.2
AIA (ácido indolacético)	19.3±3.30 ab	23.0±2.16 ab	22.0±2.16 a	21.4
AG ₃ +AIA	20.7±2.62 ab	21.3±1.70 bc	22.7±0.47 a	21.6
KIN (kinetina)	20.3±1.70 ab	26.7±1.89 a	21.7±0.47 a	22.9
AG ₃ +KIN	19.3±1.25 ab	26.7±1.25 a	21.0±1.63 a	22.3
AIA+KIN	24.0±2.16 a	24.3±0.47 ab	21.3±1.25 a	23.2
AG ₃ +AIA+KIN	20.7±1.25 ab	21.0±2.16 bc	20.3±0.47 a	20.7
Media	20.6	23.1	21.1	

^zValores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de a una $P \leq 0.01$.

CUADRO 5. Altura de planta (cm) en respuesta al fitorregulador aplicado y al número de aplicaciones en el Experimento 2, sobre el cilantro criollo 'Poblano'.

Fitorregulador	Media	Número de Aplicaciones	Media
Testigo	17.0±0.24 b ^z	1	18.6±1.33 ab ^z
AG ₃	16.8±1.00 b	2	16.6±0.89 b
AIA	18.0±1.63 ab	3	19.7±0.89 a
AG ₃ +AIA	18.4±1.70 ab		
KIN	18.6±0.65 ab		
AG ₃ +KIN	19.0±0.24 ab		
AIA+KIN	20.7±0.72 a		
AG ₃ +AIA+KIN	18.1±0.18 ab		

^zValores (± error estándar) con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.01$.

AG₃: ácido giberélico; AIA: ácido indolacético; KIN: kinetina

CUADRO 6. Altura de planta (cm) en respuesta al fitorregulador aplicado y al número de aplicaciones en el Experimento 3, sobre el cilantro cv. Marroquí.

Fitorregulador		Número de Aplicaciones			Media
AIA	KIN	1	2	3	
0	0	21.5±0.17 c ^z	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	

^zValores (± error estándar) con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.01$.

AIA: ácido indolacético; KIN: kinetina.

DISCUSIÓN

Días a punteo

Con la aplicación de auxinas (AIA) y citocininas (KIN) se logró retrasar el número de días a punteo en las plantas de cilantro, hasta en 6.6, 7.4 y 21.3 días; es decir un 11.05, 15.01 y 32.17 %, en los experimentos 1, 2 y 3, respectivamente. Estos resultados coinciden con los de Amruthavalli (1978), quien al aplicar benciladenina a 250 mg·litro⁻¹ retrasó la floración en cilantro y con los de Krekule (2002) quien observó que las citocininas y auxinas inhiben la expresión del estado floral tanto en plantas de fotoperíodo corto como en las de fotoperíodo largo, al inducir antes la iniciación y crecimiento de las hojas que la formación y crecimiento de yemas axilares.

Los adelantos y retrasos observados en los días a punteo en cilantro mediante aplicación de fitorreguladores sugieren que están involucrados en el crecimiento y la diferenciación, de modo que la aplicación exógena de

fitoreguladores favorece al crecimiento vegetativo respecto al desarrollo floral. Efectos similares han sido registrados por Weaver (1982), Taiz y Zeiger (1991), Rojas y Ramírez (1993), Gutiérrez y Larqué (1996) y Arshad y Frankenberger (1998).

De acuerdo con los resultados aquí obtenidos con la aplicación de AIA y KIN se logró estimular el crecimiento vegetativo y retrasar los procesos de diferenciación floral. En cambio, al aplicar AG₃ se adelanta el punteo en 4.7 y 4.6 días, en los experimentos 1 y 2, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los de Arteca (1998) y otros autores quienes con aplicaciones de giberelinas indujeron y adelantaron la floración, pero están en desacuerdo con Rappaport (1978) quien considera que en plantas en roseta, caso del cilantro, la aplicación de giberelinas puede retrasar la floración.

Dado que en condiciones de fotoperíodo largo las giberelinas estimulan la floración (Salisbury y Ross, 1994), y que las giberelinas estimulan la emisión del tallo (Davies,

1995) se podría esperar que el cilantro adelantara la diferenciación floral en respuesta a la aplicación de giberelinas.

Altura de planta

Con la aplicación de fitorreguladores (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 ninguno de los tratamientos llevó a las plantas a altura para corte.

En general, con la aplicación de AIA y KIN se aumentó la altura de planta, en 48, 18 y 42 % en los Experimentos 1, 2 y 3, respectivamente. Estas respuestas se atribuyen al efecto combinado de auxinas y citocininas en estimular la división y alargamiento celular, en retrasar la senescencia foliar, estimular la expansión foliar y habilitar a la yema apical para suprimir el crecimiento de las yemas laterales. Efectos similares fueron reportados por Mauseth (1991), Raven (1992), Davies (1995) y Arteca (1998). La menor respuesta en altura de planta registrada en el Experimento 2 parece estar ligada al genotipo, ya que en experimentos anteriores, sin aplicación de fitoreguladores, el criollo 'Poblano' genotipo utilizado en este experimento, fue precoz para florecer.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de los fitorreguladores ácido indolacético y kinetina es posible retrasar hasta en 21.3 días, la floración en plantas de cilantro. La aplicación de ácido giberélico sólo o en combinación con otros fitorreguladores adelanta hasta en 4.7 días la floración en plantas de esta hortaliza. La mejor combinación de fitorreguladores para retrasar el punteo en cilantro, resultó ser aplicar una vez AIA+KIN a concentraciones de 5 + 5 mg·litro⁻¹ o 15 + 10 mg·litro⁻¹, aplicados una vez. La altura de la planta también se incrementa hasta un 48 % con la aplicación de AIA y KIN, y en magnitud varía en función del genotipo. Los resultados, aunque interesantes, no son concluyentes. Se recomienda continuar la investigación en este tema.

LITERATURA CITADA

- AMRUTHAVALLI, S. A. 1978. Sex expression in coriander (*Coriandrum sativum* L.) as affected by growth regulators. *Current Science* 47(23): 929-930.
- ARTECA R., N. 1998. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Chapman & Hall. New York, USA. 332 p.
- BADGUJAR, C.D.; WARHAL, K. N. 1988. Effects of seed soaking and wrapping on growth and yield of vegetable coriander. *Maharashtra Agricultural Universities* 13(3): 344-345.
- BROWN, P. H.; MENARY, R. C. 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. Kluwer. Dordrecht. pp. 118-139.
- GUTIÉRREZ R., M.; LARQUÉ S., A. 1996. Cuantificación de hormonas vegetales por medio de anticuerpos. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 85-93.
- 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.
- KREKULE, J. 2002. Possible role of growth substances in multiple control of flowering. <http://www.actahort.org/books/91/91-4.htm>. (13 de noviembre de 2002).
- LEE, IN-J.; FOSTER, K. R.; MORGAN, P. W. 1998. Photoperiod control of gibberellins levels and flowering in sorghum. *Plant Physiology* 116: 1003-1011.
- MAROTO, J. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. 3ª Edición. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 566 p.
- MAUSETH, J. D. 1991. Botany: An Introduction to Plant Biology. Saunders College Publishing. Philadelphia, USA. pp. 98-117.
- OLIVARES S., E. 1997. Programa de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, Nuevo León.
- RAPPAPORT, L. 1978. Plant growth regulators. Study guide for agriculture pest control. Advisers Division of Agricultural Science. University of California. Los Ángeles, USA. 78 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHOM, S. E. 1992. Biology of Plants. 5th Edition. Worth Publishers. New York. USA. 944 p.
- ROJAS G., M.; RAMÍREZ, H. 1993. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas, Fisiología-Tecnología-Experimentación. 2ª Edición. Edit. LIMUSA. D. F., México. 263 p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. 1994. Fisiología Vegetal. 1ª Edición en español. Grupo Editorial Iberoamericano, S. A. de C. V. D. F., México. 759 p.
- TAIZ, I.; ZEIGER, E. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, Cal., USA. 559 p.
- WEAVER, R. J. 1982. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Edit. Trillas. D. F., México. 620 p.