

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**RETRASO DE LA FLORACIÓN EN CILANTRO
(*Coriandrum sativum* L.) CON ÁCIDO INDOLACÉTICO
Y KINETINA**

POR

RIGOBERTO ASael RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el

Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

RETRASO DE LA FLORACIÓN EN CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) CON ÁCIDO INDOLACÉTICO Y KINETINA

TESIS

POR

RIGOBERTO ASAEL RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA
Presidente del Jurado

ING. ELYN BACÓPULOS TÉLLEZ
Sinodal

DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES
Sinodal

M. C. FRANCISCO TORRES AGUIRRE
Sinodal

M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA
Coordinador de la División de Agronomía

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO; DICIEMBRE DE 2005

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir

A mis Padres

Con profundo amor y respeto por su constante sacrificio y ejemplo, quienes me enseñaron los valores de la vida, y me dieron su apoyo incondicional; para poder tener una profesión en la vida, siendo este logro el fruto de sus sacrificios y desvelos, aunque mi padre ya no esté conmigo, va dedicada para él, de parte de su hijo que más lo quiere. Y para mi madre que Dios me la conserve muchos años.

Para ustedes:

Sr. Genaro Rodríguez Vera

Sra. Nicolasa Rodríguez Badillo

A mis hermanos.

Genaro, Rosa Isela, Alma Delia, Angélica y Leda, por haber estado en la mejor disponibilidad de apoyarme, en los momentos que más los he necesitado, gracias y que Dios me los bendiga.

A mis hermanos del alma.

Nahu Castro López, y Juan Alberto Martínez, por los momentos buenos y malos que hemos pasado juntos y ojala pasemos muchos más.

A mi Esposa

Claudia Margarita Ramos Zablah, quien con su amor, paciencia, comprensión, apoyo incondicional y confianza me motivaron para terminar mis estudios.

A mis Hijos

Quienes son los que me impulsan para esforzarme por ser mejor cada día, Genaro Asael, Emilia Nikole y Kerime Andrea
Con todo mi amor y por ser lo más importante en mi vida.

A mi suegra

Dora Emilia Zablah, por el apoyo que siempre me ha dado y por la confianza depositada al permitirme ser de su familia, gracias.

A la familia Bacopulos Mejía.

Por haber aportado parte de mi formación profesional, sus constantes consejos; por su cariño y comprensión que siempre me han brindado y más que nada la confianza que han depositado en mi.

A mis amigos y compañeros.

Quienes siempre me brindaron su apoyo, en especial para Gabriel Moreno, Blas Rodríguez, Gabino Herrera, Jesús González, Hilario Reyes, Juan Gabriel, Héctor Castillo, Cesar Castillo y para mi eterno joven Jerónimo Navarro El "Pájaro".

A todos ellos por su comprensión y paciencia, muchas gracias.

A mi Alma Mater.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero darle gracias a Dios por haberme permitido concluir uno de mis anhelos en la vida; dándome sabiduría, entendimiento y paciencia para salir adelante.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el apoyo brindado en mi formación profesional y de la cual me siento orgulloso por haber formado parte.

Al Dr. José Hernández Dávila, por su invaluable ayuda y siempre amable atención, para revisar el presente trabajo así como la ayuda recibida durante el desarrollo del mismo.

Al Ing. Elyn Bacopulos Téllez, por su ayuda y colaboración brindada para que este trabajo de investigación llegara a su final.

Al Dr. Valentín Robledo Torres, por su colaboración en la revisión de este trabajo de investigación.

Al M. C. Francisco Torres Aguirre, por su valiosa colaboración para la revisión de este trabajo.

Un agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra manera intervinieron para que la realización de este trabajo de tesis se llevara a cabo con éxito.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
EL CULTIVO DEL CILANTRO.....	4
Origen y distribución.....	4
Descripción botánica.....	4
Condiciones ecológicas.....	5
Labores culturales.....	6
Fitosanidad.....	7
Cosecha e importancia económica.....	7
Temperatura y fotoperíodo.....	8
REGULADORES DEL CRECIMIENTO.....	10
Generalidades.....	10
Auxinas.....	12
Giberelinas.....	13
Citocininas.....	14

APLICACIONES DE REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
Días a punteo.....	19
Altura de la planta.....	20
Rendimiento.....	22
CONCLUSIONES.....	24
LITERATURA CITADA.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Nº DE CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Temperatura del suelo requerida para la germinación de tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz <i>et al.</i> Citados por Galván, 1994).....	9
2	Días a germinación a diferente temperatura del suelo para tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz <i>et al.</i> Citados por Galván, 1994).....	10
3	Comparación de medias en la variable días a punteo en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitorregulador. En Rincón Colorado 2005. Cada valor representa la media de tres repeticiones.....	20
4	Comparación de medias en la variable altura de planta (cm) en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitorregulador. Cada valor representa la media de tres repeticiones.	21
5	Comparación de medias en la variable rendimiento (ton.ha ⁻¹) en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitorregulador. Cada valor representa la media de tres repeticiones.....	23

INTRODUCCIÓN

En el Noreste de México, en las siembras de verano-otoño, 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, (Hernández, 1994); 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 fotoperiodo 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 fitorreguladores. Los fitorreguladores están involucrados en el control del crecimiento y la diferenciación y actúan en la regulación de actividades fisiológicas (Taiz y Zeiger, 1991; Gutiérrez y Larque, 1996; Rasad y Frankenberg, 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 y 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 de la estimulación de la síntesis de clorofila.

Brown y Menary (1994) en *Tanacetum cinerariaefolium* y Lee *et al.* (1998) en sorgo, determinaron que la concentración de AG3 se incrementa bajo condiciones inductivas de iniciación floral y se correlaciona con la elongación del tallo floral; en cambio, la concentración de Ácido indolacético (AIA) declina significativamente. Badgujar y Warthal (1998) trataron semillas de cilantro con 10 mg. L⁻¹ de AIA o 20 mg. L⁻¹ de ácido naftalenacético y reportaron incremento en la producción de hojas.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue controlar el crecimiento y desarrollo de tres variedades de cilantro, sembrado en verano, a través de la aplicación exogena de fitohormonas para evitar o retrasar el “punteamiento prematuro”

REVISIÓN DE LITERATURA

En el Sureste de Coahuila, uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de cilantro en las siembras de primavera-verano, es el “punteamiento prematuro”, cuyas consecuencias son tan graves que es preferible no cosechar el producto por no reunir las características de calidad que exige tanto el mercado nacional como el de exportación; sin embargo, es en esta época cuando mayor valor económico tiene el cilantro; ya que el precio medio rural es superior en 100 % comparado con el precio de invierno (Yañez, 1988; Reyes, 2000).

Se tiene evidencia que el problema citado es un proceso fotomorfogénico que se debe a las altas temperaturas y al fotoperíodo largo (Yañez, 1988), característicos de esta época del año, ocasionando un desbalance en la concentración endógena hormonal que puede variar entre genotipos. Una alternativa de solución a este problema pudiera ser el uso de la aplicación exógena de reguladores de crecimiento y probablemente, una mejor selección de los cultivares que se siembran.

El cultivo del Cilantro

Origen y distribución.

Raymond (1982) y Reed (1993) comentaron que el cilantro pertenece a la clase Dicotiledónea, es un miembro de la familia Apiaceae y se considera que es originario de Europa Meridional, Asia Menor y Norte de África, encontrándose espontáneamente en algunas regiones Españolas. Su introducción a América Latina fue en 1519 durante la colonización y después a través de Massachussets, Estados Unidos en 1670 por inmigrantes Europeos (Anónimo, 1999). Se cultiva en Europa, Medio Oriente, Norte de la India, Asia Menor y América (Rodale, 1961).

Descripción botánica.

El sistema radical del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características es muy difícil su trasplante. El tallo es dicotómico, delgado, cilíndrico, hueco, suave, herbáceo y erecto, llega a medir hasta 90 cm de altura. Las hojas son compuestas con dos tipos de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. El color de las hojas es verde intenso, aunque en ocasiones puede ser verde-amarillo. La inflorescencia es una umbela compuesta, tiene flores hermafroditas y estaminadas, de color blanco o ligeramente

rozado, pentámera. El fruto es un esquizocarpo de tres a cinco milímetros de diámetro, color amarillo oscuro, esférico, formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra (diaquenio) y tiene estrías que son pequeños conductos que contienen aceite esencial. Cada fruto contiene dos semillas aplanadas de dos a tres milímetros de largo. Para que las semillas tengan capacidad de germinación, es necesario dejarlas secar a la sombra por tres meses después de la cosecha. La viabilidad de la semilla puede durar de seis a ocho años (Esau, 1959; Font, 1978; Simonetti, 1991; Diederichsen, 1996).

Condiciones ecológicas.

El cilantro es una planta anual de fácil y rápido crecimiento, prefiere el sol pero crece bastante bien en sombra parcial. Diversos autores citaron que la temperatura óptima de germinación varía de 15 a 30 °C y que los mejores resultados se obtienen con temperaturas de 27 y 22 °C durante el día y la noche, respectivamente, con un tiempo necesario para germinar de 10 a 21 días (Putievsky, 1983; Jethani, 1984; ISTA, 1985). Valadez (1990) clasificó al cilantro como una hortaliza de clima frío cuya temperatura media mensual de crecimiento debe ser de 15 a 18 °C; por lo cual, es probable que este cultivo requiere de días cortos y de noches con temperatura fresca. Por su parte, Sergeeva y Sill'Chenco (1984) reportaron que el cilantro resiste bajas temperaturas siendo críticas de - 8 a -9 °C para el sistema radicular y de -13 a

-14 °C para el follaje. En México se cultiva en altitudes que van desde los 14 msnm en el norte de Tamaulipas hasta los 2350 msnm en el Valle de México, esto hace que los climas donde se le cultiva sean muy variados e incluye el seco estepario (Bs), seco desértico (Bw), templado lluvioso con invierno seco (Cw) y tropical lluvioso con invierno seco [AC_(w)] (Andrio, 1989). En cuanto al fotoperíodo, el cilantro prospera bien en días cortos, pues en días largos el peso del follaje se reduce por la presencia del punteamiento prematuro. El cilantro, para obtener altos rendimientos prefiere suelos de textura ligera, fértiles, ricos en materia orgánica y pH ligeramente ácido (Morales, 1994). Sus requerimientos de humedad son altos al principio del ciclo del cultivo, para permitir la germinación, emergencia y establecimiento; por lo cual, se recomiendan riegos ligeros cada 5 o 6 días; de los 20 días en adelante, los riegos son una vez por semana (Ramírez, 1994).

Labores culturales

Para realizar la siembra se requiere que el suelo este bien mullido. La siembra se hace colocando la semilla entre 2-5 cm de profundidad con una densidad de siembra de 80-100 kg.ha⁻¹. En la región sur de Coahuila, se realizan dos escardas; la primera, a los 15-20 días después de la siembra y la segunda a los 15 días después de la primera, utilizando un implemento conocido como "calavera" (Yañez, 1988; Ramírez, 1994).

2.1.5 Fitosanidad

Como en todo cultivo, en el cilantro es necesario controlar las malezas, plagas y enfermedades. Así, las malezas se controlan con aplicaciones de CME 127 a dosis de 2.4-3.6 kg.ha⁻¹ o aplicar Afalon 50 PH a dosis de 1-2 kg.ha⁻¹. Por otra parte, tanto las plagas como las enfermedades no son de importancia; sin embargo, se llegan a presentar plagas como *Diabrotica balteata*, *Nezara viridula*, *Trialeurodes spp*, *Empoasca spp* y *Aphis spp*, las cuales se pueden controlar con Lucati3n a dosis de 1 L.ha⁻¹. El damping-off se llega a presentar cuando las condiciones de humedad del suelo y la temperatura ambiental son altas, su control se puede hacer con Tecto 60 a dosis de 0.8 kg.ha⁻¹ o bien con Prozycar 50 % PH a dosis de 1.5 kg.ha⁻¹ (Yañez, 1988; Ram3rez, 1994).

Cosecha e importancia econ3mica

El cilantro, para producci3n de follaje fresco, se cosecha cuando la planta alcanza una altura de 25 a 30 cm y su coloraci3n es verde intensa. Esto se logra a los 50-60 d3as despu3s de la siembra en verano y a los 115-125 d3as despu3s de la siembra en invierno. Los rendimientos promedio para exportaci3n var3an de 1000 a 1200 cajas.ha⁻¹, increment3ndose para mercado nacional hasta 2500 cajas.ha⁻¹. La importancia del cilantro se pone de manifiesto considerando la superficie sembrada, la generaci3n de divisas y los usos tan diversos que tiene esta hortaliza. As3, 23 estados de la Republica Mexicana son los que cultivan cilantro en

una superficie total de 10,853 ha; con lo cual, generan una importante actividad económica, tanto por la comercialización nacional del producto, como por la generación de divisas a causa de la exportación de cilantro (SAGAR, 2000). El cilantro es usado principalmente como verdura para consumo fresco, como aceite en perfumería, como condimento substituyendo a la pimienta, como medicamento cuando hay debilidad estomacal y de las vías digestivas, como saborizante en confituras, licores y alimentos enlatados, además es ampliamente usado en la industria de embutidos y también por sus efectos bactericidas, larvicidas y fungicidas (Rodale, 1961; Raymond, 1982; UNPH, 1986; HEH, 1996; SAGAR, 2000).

Temperatura y fotoperíodo

Efectos de la temperatura en la germinación.

En el proceso de germinación de una semilla viable, intervienen agua, temperatura, oxígeno y luz. Así, las semillas tienen la capacidad de germinar dentro de un rango definido de temperaturas, característico para cada especie. En este sentido, autores como Maroto (1989), Serrano (1990) y Lorenz *et al.* (citados por Galván, 1994) reportaron las temperaturas cardinales para la germinación de apio, perejil y zanahoria (especies de la misma familia que el cilantro); la temperatura mínima varió entre 4 y 8 °C, la óptima varió entre 15 y 25 °C y la máxima de 23.9 a 35 °C. Así mismo, citaron que los días a germinación en apio y perejil

a temperatura óptima fueron de 10 días en un germinador y de 15 a 25 días en suelo. Estos mismos autores citaron que para tener buena germinación con temperaturas altas, se requirió una diferencia entre el día y la noche de 8-10 °C. Como complemento, Castaños (1993) y Lorenz *et al.* (citados por Galván, 1994) presentaron las temperaturas del suelo apropiadas para la germinación de algunas hortalizas de la familia Apiaceae (Cuadro 1) y los días requeridos para la germinación a diferentes temperaturas del suelo sembradas a una profundidad de 2.5 cm en suelo franco con buenas condición de humedad (Cuadro 2).

Cuadro 1. Temperatura del suelo requerida para la germinación de tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz *et al.* citados por Galván, 1994).

Cultivos	Mínima °C		Óptima °C		Máxima °C	
	Castaños		Castaños		Castaños	
	Lorenz		Lorenz		Lorenz	
Apio	5		21		30	29.4
	4.4		21.1			
Perejil	5		24		33	32.2
	4.4		24.0			
Zanahoria	5		27		35	35.0
	4.4		26.6			

Cuadro 2. Días a germinación a diferentes temperaturas del suelo para tres especies hortícolas (Castaños, 1993; Lorenz *et al.* citados por Galván, 1994).

Cultivos	Temperatura del suelo, °C								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Apio	NG		16		7		NG		NG
	41		12		NG		NG		
Perejil	ND		29		14		12		ND
	ND		17		13		ND		
Zanahoria	NG		17		7	6	6	9	NG
	51		10						

NG: no germinó, ND: no disponible

Reguladores del Crecimiento

Generalidades

Según Weaver (1982) los fitorreguladores son compuestos orgánicos que en pequeñas dosis fomentan, inhiben o modifican, cualquier proceso fisiológico de los vegetales. Cantidades mínimas, por ejemplo 1 ppm, ejercen efectos fisiológicos que son medibles. Por su parte, Salisbury y Ross (1994) los definen como un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de la planta y se trasloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica. En la actualidad se

conocen compuestos que inducen o inhiben la floración. En ocasiones, en una concentración determinada, un compuesto inhibe y en otra promueve. Por lo cual, hay un importante potencial para la aplicación práctica de este conocimiento, ya que la inducción o represión de flores, con frecuencia tiene una participación importante en la agricultura. Los reguladores como el ácido giberélico (AG), las auxinas y el etileno han probado tener influencia en el crecimiento y/o desarrollo de muchas especies. Así por ejemplo, en muchas plantas de día corto o en otras cuya floración no responde a variación en el periodo de iluminación, la aplicación de AG retrasa por lo común, la iniciación floral (Rappaport, 1978).

Estos mismos autores citaron que si la hoja detecta el fotoperíodo pero la yema se transforma en flor, debe haber entonces algún estímulo, que es una sustancia química y no un estímulo nervioso la responsable en mandar a la planta a florear. En este mismo sentido, Rojas y Ramírez (1993) mencionaron que en problemas de origen termo y fotoperiódicos, un aspecto fisicotécnico es el tratamiento hormonal, puesto que el estímulo de frío o luz se traduce en la planta en estímulo hormonal.

Bidwell (1979) citó que la concentración hormonal de promotores e inhibidores del crecimiento es muy baja o proporcionalmente igual durante el invierno, cuando ocurre la vernalización, pero a medida que avanza la primavera, al cambiar las condiciones de temperatura y fotoperíodo, dicha concentración

se modifica prevaleciendo los promotores sobre las inhibidores del crecimiento.

Auxinas

Salisbury y Ross (1994) citaron que en muchas especies las auxinas inhiben la floración. En plantas de día corto, la inhibición ocurre antes de que se complete la transferencia del florigen desde la hoja, luego de lo cual quizá haya efectos de promoción marginales. También se han observado efectos de promoción en plantas de día largo mantenidas en días muy cortos para la inducción. Las concentraciones de auxinas necesarias para inhibir la floración, por lo general producen epinastias graves y otras respuestas, y los niveles de auxinas medidos pocas veces se correlacionan con la floración de manera significativa, es probable que no la controlen, al menos no en todas las especies. Así, en un trabajo realizado por Badgujar y Warhal (1988) con semillas de cilantro, a dosis de 10 ppm de IAA, 20 ppm de NAA o 50 ppm AG reportaron incremento en el porcentaje de germinación y la producción de hojas. En cambio, Prakash y Kumar (1984) encontraron que la morfología de las umbelas y el estatus sexual de las flores en cilantro fueron afectadas al tratar las plantas con varios reguladores de crecimiento a diferentes concentraciones. El más alto número de flores fue producido a 50 ppm de AIA mientras que la más alta frecuencia de flores bisexuales (93.91 %) fue producido con 50 ppm de ácido ascórbico.

Giberelinas

West y Beilly (1961), Painter y Stembridge (1972), Rappaport (1978), Weaver (1982) y Rojas y Ramírez (1993) mencionaron que las giberelinas son productos naturales que se encuentran principalmente en las hojas y raíces jóvenes. Actúan en la elongación celular, por lo cual el efecto más típico del ácido giberélico (AG) sobre las plantas se da en el desarrollo del tallo y las hojas, observándose un mayor crecimiento de los entrenudos. En muchas plantas de día corto, la aplicación de giberelinas retrasa por lo común, la iniciación floral o la bloquea del todo; quizá, por que da por resultado una gran competencia entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo floral. También citaron que las giberelinas estimulan la floración en numerosas especies, sobre todo en aquellas que requieren bajas temperaturas y días largos. Aunque la naturaleza de la floración inducida por las giberelinas no es típica, por ejemplo, en plantas de día largo las giberelinas invariablemente inducen primero la elongación de los tallos y luego la floración. El ácido giberélico es quizá la única hormona que interacciona con el fitocromo, el receptor que "dice" a la planta las horas de luz diarias que recibe y que hace que las plantas se ajusten a su fotoperíodo para florecer. En algunos trabajos para observar la respuesta a la floración, autores como Amruthavalli (1978) reportaron algunos resultados con AG que aceleró la floración y el ácido benziladenina (AB) que produjo lo

opuesto y este, en combinación con el AG, no alteró la influencia de este último en acelerar la floración. En cambio, según Maroto (1989) en apio, una hortaliza de la misma familia que el cilantro, para forzar el crecimiento vegetativo, se puede utilizar el ácido giberélico a la dosis de 25 ppm.

Citocininas

Las citocininas son compuestos con estructura parecida a la adenina, los cuales promueven la división celular y otras funciones. La kinetina fue la primera citocinina descubierta y se llamó así por su habilidad para promover la citocinesis. Las concentraciones de las citocininas son más altas en las regiones meristemáticas y áreas de continuo crecimiento potencial, tales como raíces, hojas jóvenes, frutos en desarrollo y semillas. Se cree que son sintetizadas en las raíces y traslocadas vía el xilema al vástago. La respuesta a las citocininas varía dependiendo del tipo de citocinina y de la especie vegetal. Entre sus efectos fisiológicos están los siguientes: estimula la división celular, estimula la morfogénesis en cultivo de tejidos, estimula el crecimiento de las yemas laterales, estimula la expansión foliar como resultado del alargamiento de las células, puede mejorar la apertura estomática en algunas especies y promueve la conversión de etioplastos a cloroplastos vía la estimulación de la síntesis de clorofila (Salisbury y Ross, 1994; Raven, 1994; Arteca, 1998).

Aplicaciones de reguladores de crecimiento

Blanco (1992) condujo un experimento aplicando a semillas recién cosechadas de cilantro var. Marroquí, diferentes dosis de ácido giberélico con el objetivo de incrementar el porcentaje de germinación. Se obtuvo una respuesta de 12 % de germinación contra 0.0 % en el testigo. Por otra parte, Zavala (1992) en un experimento con cilantro var. Marroquí sembrado en verano-otoño, evaluó dos productos comerciales a base de giberelinas y dosis de cada uno de ellos. La cosecha se realizó a los 52 días con altura de planta de 30 cm en la mayoría de los tratamientos. El control solo tuvo 22 cm de altura de planta. El área foliar se incrementó en un 30 y 23% al aplicar 70 y 50 ppm de giberelinas, respectivamente. La producción de follaje fresco se incrementó al aplicar 50 y 70 ppm de giberelinas con 1.81 y 1.99 kg.m⁻², respectivamente. De la misma manera, Simón (1993) realizó tres aplicaciones de 5, 10 y 15 ppm de giberelinas a plantas de cilantro var. Marroquí en primavera - verano. Los tratamientos superaron al testigo en la producción de materia seca, ya que al aplicar 10 ppm de giberelinas, se obtuvo un incremento del 32% con respecto al testigo. En todo el experimento se presentó el “punteamiento” prematuro; sin embargo, al aplicar 15 ppm de giberelinas en una sola ocasión, el número de plantas punteadas disminuyó un 30%. En este mismo orden de ideas, Santiago (1993) condujo un experimento con cilantro var. Marroquí con el fin de inhibir el “punteado” prematuro con aplicaciones de reguladores de crecimiento. En una evaluación realizada a los 52

días después de la siembra, se encontró menos del 3% de plantas punteadas, ya con altura para corte (33 cm en promedio). Morales (1994), con el fin de obtener cilantro de calidad en verano, condujo un ensayo aplicando etileno. Se observó que al aplicar 200 ppm de etileno se superó al testigo con un 20% de producción de follaje y presentó una floración más tardía. Barboza (1994) evaluó el efecto de giberelinas, ácidos húmicos y algas marinas en un experimento con cilantro var. Marroquí establecido en invierno. La producción de biomasa se incrementó un 52.8 %. Hasta el momento de la cosecha, la floración no se presentó, quizá por las condiciones de bajas temperaturas y fotoperíodo corto.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ejido Rincón Colorado, municipio de General Cepeda, Coahuila, durante el verano del año 2005, se estableció un experimento bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas; donde el factor A fue variedades con tres niveles: Marroquí Romaine y Líder y, el factor B fue la aplicación de fitohormonas con seis niveles: 0+0, 3.5+3.5, 3.5+7.0, 5.0+5.0, 7.0+3.5, y 7.0+7.0 mg.L⁻¹ de AIA + KIN (Kinetina), respectivamente. La combinación de niveles de cada factor originó 18 tratamientos que fueron establecidos en cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constó de dos surcos de 4.5 m de largo y 85 cm de separación entre ellos. Se sembró a doble hilera, el ocho de junio del año 2005, con 30 Kg. de semilla

por hectárea. Se regó cada siete días con agua de pozo profundo. La aplicación de los fitorreguladores se hizo a los cinco días después de la emergencia. Las medidas fueron: 1) días a punteo, que son los que transcurrieron desde la siembra hasta que el 3 % de las plantas emitieron el tallo floral, 2) altura de planta al punteo, se midió desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma y, 3) rendimiento, para lo cual se cosecharon las plantas de 1 m² y se pesaron en balanza tipo reloj.

Análisis de datos. La información generada fue sometida a análisis de varianza y a comparación de medias con la técnica de diferencia mínima significativa (DMS) (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a punteo. Esta variable mostró significancia con $p > 0.01$ en el factor B y en la interacción variedades por dosis de fitorregulador. De acuerdo con la comparación de medias en la interacción, al aplicar al cv. Marroquí AIA+ KIN a 5+5 mg. L⁻¹, al cv.

Romaine 7+3.5 mg L⁻¹, y al cv. Líder 7+7 mg. L⁻¹, se logró retrasar el punteo en 6.4, 5.3 y 4.7 días respectivamente (cuadro 1). El efecto de retraso en los días a punteo se deben a que las auxinas y citocininas inducen primero la iniciación y crecimiento de las hojas y después, por suprimir el crecimiento de las yemas axilares lo cual, se traduce en estímulo del crecimiento vegetativo y retraso en la expresión del estado floral (Taiz y Zeiger, 1991; Rojas y Ramírez, 1993; Gutiérrez y Larque; 1996: Krekule, 2000). Estos resultados coinciden con los de Amruthavalli (1978) quien con la aplicación de la citosina bencikadenina retraso la fluoración en cilantro.

Cuadro 1. Comparación de medias en la variable días a punteo en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitoregulador. En Rincón Colorado 2005. Cada valor representa la media de tres repeticiones.

DÓSIS DE FITOREG AIA+KIN (mg.L ⁻¹)	VARIEDAD DE CILANTRO			
	Marroquí	Romaine	Líder	Media
0+0	CD 52.6 a	C 54.6 a	C 53.3 a	53.5
3.5+3.5	AB 57.0 a	AB 58.3 a	AB 55.0 a	56.7
3.5+7.0	CD 52.0 a	C 54.6 a	C 51.3 a	52.6
5.0+5.0	A 59.0 a	BC 56.0 ab	BC 54.3 b	56.4
7.0+3.5	BC 55.0 b	A 59.3 a	AB 55.6ab	55.6
7.0+7.0	D 51.6 b	C 53.3 b	A 58.0 a	54.3
Media	54.5	56.0	54.6	

FITOREG= fitoregulador, AIA= ácido indolacético, KIN= kinetina.

Valores con la misma letra(A, B, C) dentro de las columnas no son diferentes con DMS, 0.01.valores con la misma letra (a, b, c)

dentro de hileras no son diferentes con DMS, 0.01.

Altura de la planta. El análisis de varianza de esta variable mostró diferencias altamente significativas en el factor B y en la interacción variedades por dosis de fitorregulador. En el cuadro 2 se observó que el comportamiento de las variedades en cada dosis de fitorregulador mostró diferencias estadísticas en las dosis intermedias; en cambio el efecto de las dosis de fitorregulador en cada variedad fue altamente significativo. Las mejores interacciones fueron: 1) cv. Marroquí con 5+5 mg.L⁻¹ de AIA + KIN, 2) cv. Romaine con 7+3.5 mg.L⁻¹ de AIA + KIN y 3) cv. Líder con 7+7 mg.L⁻¹ de AIA +KIN donde, se logró incrementar la altura de las plantas de cilantro en 4.3, 3.0 y 1.3 cm, respectivamente. Estos resultados se deben al efecto combinado de auxinas y citocininas por estimular la división y la elongación celular y habilitar a la yema apical para suprimir el crecimiento de las yemas laterales lo cual, se manifestó en mayor altura de planta (Mauseth, 1991; Raven et al., 1992; Davies, 1995;Arteca,1998).

Cuadro 2. Comparación de medias en la variable altura de planta(cm) en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitoregulator. Cada valor representa la media de tres repeticiones.

DOSIS DE FITOREG AIA+KIN (mg.L ⁻¹)	VARIEDAD DE CILANTRO			
	Marroquí	Romaine	Líder	Media
0+0	BC19.00a	AB20.66a	A19.66a	19.77
3.5+3.5	AB21.00a	AB22.66a	A19.00a	20.88
3.5+7.0	C16.33ab	BC20.00a	B15.66b	17.33
5.0+5.0	A23.33a	BC19.66ab	AB18.33b	20.44
7.0+3.5	BC19.00b	A23.66a	A19.66b	20.77
7.0+7.0	C17.33a	C17.33a	A21.00a	18.55
Media	19.33	20.66	18.88	

FITOREG = fitoregulator, AIA = ácido indolacético, KIN = kinetina. Valores con la misma letra (A, B, C) dentro de columnas no son diferentes con DMS, 0.01. Valores con la misma letra (a, b, c,) dentro de hileras no son diferentes con DMS, 0.01.

Rendimiento. El análisis de varianza de esta variable mostró diferencias altamente significativas en el factor B y en la interacción variedades por dosis de fitoregulator. En el cuadro 3 se observó que el comportamiento de las variedades en cada dosis de fitoregulator no mostró diferencias estadísticas; en cambio el efecto de la dosis de fitoregulator en cada variedad fue altamente significativo. Las mejores interacciones fueron: 1) cv. Marroquí con 5+5 mg.L⁻¹ de AIA + KIN, 2) cv. Romaine con 7 + 3.5 mg.L⁻¹ de AIA + KIN y 3) cv. Líder con 7+7 mg.L⁻¹ de AIA +

KIN donde, se logró incrementar el rendimiento del cilantro en 6.27, 4.47 y 5.27 ton. ha⁻¹, respectivamente. Es decir, que la aplicación exógena de AIA + KIN actúa de manera diferencial según la variedad en estudio. El incremento en el rendimiento se debe a que la aplicación de estos fitorreguladores estimulan la división y elongación celular y estimulan la expansión foliar con lo cual, se logro mayor follaje y por tanto mayor rendimiento (Mauseth, 1991; Raven et al., 1992; Krekule, 2002).

Cuadro 3. Comparación de medias en la variable rendimiento (Ton.) ha⁻¹) en tres variedades de cilantro por efecto de la dosis de fitoregulator. Cada valor representa la media de tres repeticiones.

DOSIS DE FITOREG AIA+KIN (mg.L ⁻¹)	VARIEDAD DE CILANTRO			
	Marroquí	Romaine	Líder	Media
0+0	C 24.06 a	BC 26.03 a	BC23.60a	24.56
3.5+3.5	AB28.10a	AB29.50 a	ABC25.79	27.79
3.5+7.0	C 23.40 a	BC26.56 a	C22.13 a	24.03
5.0+5.0	A30.33 a	BC 26.13 a	ABC25.56	27.34
7.0+3.5	AB25.93a	A 30.50 a	AB26.73a	27.72
7.0+7.0	C23.69 a	C24.16 a	A 28.33 a	25.40
Media	25.92	27.15	25.36	

FITOREG = fitoregulator, AIA = ácido indolacético, KIN = kinetina. Valores con la misma letra (A, B, C) dentro de columnas no son diferentes con DMS, 0.01. Valores con la misma letra (a, b, c,) dentro de hileras no son diferentes con DMS, 0.01.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de los fitorreguladores ácido indolacético y Kinetina se retrasó el punteo de las plantas de cilantro hasta en 6.4 días y donde mayor efecto se tuvo fue en la variedad Marroquí. Se logró incrementar la altura de la planta y el rendimiento hasta en 4.3 cm. 6.3 Ton. ha⁻¹, respectivamente. Con la aplicación exogena de la auxina ácido indolacético y la citosina Kinetina es posible producir cilantro en verano en el sur de Coahuila.

LITERATURA CITADA

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.; FRANKERBERGER JR, W.F. 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.; WARHAL, K.N. 1998 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. Horticultural Science 69 (6): 985-992.

DAVIES, P. J; 1995. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer. Dordrecht. pp: 118-139.

GUTIERREZ R., M. y LARQUE S., A. 1996. Cuantificación de hormonas vegetales por medio de anticuerpos. Revista Chapingo Serie de 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 in:
<http://www.actahort.org/books/91/91-4.htm>. A 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.

MAUSETH, J. D. 1991 Botany: An introduction to plant Biology. Saunders, Philadelphia. pp: 98-117.

OLIVARES S., E. 1994. Programa de Diseños Experimentales FAUANL.. Versión 2.5 Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, Nuevo León.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F., Y EICHHOM, S.E. 1992. Biology of plants. Worth. New York. pp: 546-572.

REYES, H. 2000. Comunicación personal. Agricultor y comerciante de cilantro. Mercado de abastos "Estrella", Monterrey, N. L.

ROJAS G., M. Y RAMIRES, H. 1993. Control Hormonal del desarrollo de las plantas, Fisiología-Tecnología-Experimentación. 2ª Edición. Ed. LIMUSA. México. 263 p.

TAIZ, I. AND ZEIGER, E. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. Redwood City, cal., U.S.A. 559 p.