

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORRAMIENTO



**Prohexadiona de Calcio y Ácido Giberélico Influyen
en la Fisiología de Chile Mirador.**

Por:

AGUSTÍN DOMÍNGUEZ TAMAYO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 201

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Prohexadiona de Calcio y Ácido Giberélico Influyen
en la Fisiología de Chile Mirador.

Realizado por:

AGUSTIN DOMINGUEZ TAMAYO

TESIS

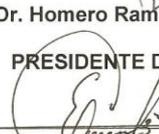
Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de Ingeniero

Agrónomo en Producción

Aprobado por:


Dr. Homero Ramirez Rodriguez

PRESIDENTE DEL JURADO


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo


Coordinación
División de Agronomía

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Abril del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Prohexadiona de Calcio y Ácido Giberélico
en la Fisiología de Chile Mirador.

Realizado por:

AGUSTIN DOMINGUEZ TAMAYO

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito

Parcial para Obtener el Título de:

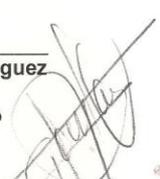
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN


Dr. Homero Ramírez Rodríguez

Presidente del Jurado


Dr. Valentín Robledo Torres

Sinodal


Ing. Alfredo Fernández Gaytan

Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Abril del 2011

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la dicha de vivir, por iluminar mi camino y por darme la oportunidad de avanzar y no permitirme vencer en las pruebas difíciles de la vida, por darme una familia maravillosa y estar con mis padres y hermanos durante mi ausencia, principalmente por permitirme tenerlos en estos momentos más importantes de mi vida profesional.

A MIS PADRES

Reynalda Tamayo Vásquez

Con cariño y respeto para usted, esta es la prueba de que ya termine mis estudios, espero que este orgullosa de mi. Gracias por los consejos y enseñanzas. La quiero mucho mamá.

Francisco Dominguez (†):

Aunque ya no pudo estar más a mí la lado, se que esta orgulloso de este logro, fue posible gracias a sus consejos y enseñanzas que me dejo, para usted con mucho cariño. Que siga teniendo un eterno descanso...

A MIS HERMANAS

María Monserrat Domínguez Tamayo

Antonia Domínguez Tamayo

A ustedes queridas hermanas, monse y toñis, gracias por estar apoyándome incondicionalmente en todo momento, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, gracias por estar al pendiente de nuestra madre en mi ausencia, se que nunca podré pagarles lo que han hecho por mí, espero nunca defraudarlas, las quiero mucho.

A MI S ABUELOS

Juan García (†)

Antonia Domínguez (†)

Higinio Tamayo (†)

Regina Vázquez (†)

Gracias a ustedes abuelos aunque ya ninguno vive, se que donde quiera que estén, estarán orgullosos de mi, los quiero mucho. Y que sigan teniendo un eterno descansó...

A MIS SOBRINA

Aidé Estefanía Zúñiga Domínguez

A ti pequeña, eres la nueva integrante de la familia, gracias por esa alegría que nos diste con tu llegada, por cambiarle el rumbo a nuestra vida, te quiero mucho mi chiquita.

A MI CUÑADO

Mario Zúñiga García

Por tu comprensión, paciencia y atención, gracias por estar al pendiente de la familia.

A LA FAMILIA LARA SANCHEZ (Gerardo, Margarita, Jesús, y Nancy)

Gracias por su apoyo incondicional, que se nunca podre pagarles todo lo que me dieron gracias, por su cariño y amistad.

A TODOS Y CADA UNO DE LOS INTEGRANTES DE LA FAMILIA GARCIA TAMAYO

A todos ustedes que siempre confiaron en mi, gracias por el apoyo y la confianza brindada, espero no defraudarlos.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE CASA

Adrian, Alejandro, Erik, Fabián, José Francisco, Juan José y Paul.

Gracias por los pequeños momentos que pasamos juntos y supimos comportarnos como una pequeña familia. Éxito en todo, siempre los llevaré en mi mente.

A MIS AMIGOS DE ESPECIALIDAD Y OTRAS

Adelmar, Alejandro, J. Alfredo, Antonio, Ángel, Blas, Edén, Elier M., Emanuel T, Erik B, Elvia, Fernando I, Gibran J, Margarito, J Modesto, Raúl, Roció, Soledad, Zoyla, y los del cuarto 8 del paraíso.

Por los momentos agradables que hemos compartido. Gracias por su amistad y comprensión siempre los llevaré en mi mente. Sé que algún día nos volveremos a ver. ¡Mucho éxito compañeros!

A MIS MAESTROS

Por haberme transmitido sus conocimientos, por sus asesorías y dar un momento de su tiempo para compartir.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para que yo pudiera culminar con mis estudios y que inconscientemente no nombre, les pido una disculpa sincera y que Dios los bendiga por toda la vida.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR. Por estar conmigo en todos los momentos más grandes de mi vida y por permitirme llegar a una meta trazada hace cuatro años y medio.

A MIS PADRES. Gracias por darme la vida y darme la oportunidad de estudiar, siempre les estaré agradecido

AMIS HERMANAS. Es grato recordarles que las quiero mucho, gracias hermanas, nada de esto sería posible sin su apoyo y ayuda incondicional.

A MI "ALMA MATER" Gracias a la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"** por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente al abrirme sus puertas y por todo el apoyo que me brindo durante mi estancia en ella.

Al Dr. Homero Ramírez Rodríguez. Primeramente por su apoyo y tiempo brindado durante el desarrollo de la tesis. También por haber depositado toda su confianza hacia mí persona.

Al Dr. Valentín Robledo Torres. Por su asesoramiento en la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. Alfredo Fernández Gaytan, Por su valioso apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página.
DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Origen y domesticación del chile.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Descripción botánica.....	6
Requerimientos climáticos y edáficos	8
Adaptación general.....	8
Clima.....	8
Temperatura.....	8
Humedad relativa.....	9
Luminosidad.....	9
Agua.....	10
Suelo.....	10
ph.....	10
Importancia del desarrollo del fruto.....	11

Retardantes de crecimiento.....	12
Prohexadiona de Calcio.....	13
Modo de acción.....	14
Metabolismo.....	14
Propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas.....	15
Absorción y translocación.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	16
Parámetros Hortícolas.....	17
RESULTADOS.....	18
Altura de final.....	18
Número de flores.....	19
Cuajado de fruto.....	19
Rendimiento por planta.....	20
Número de frutos cosechados.....	21
Longitud de fruto.....	22
Diámetro de fruto.....	23
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES.....	28
LITERATURA CITADA.....	29

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Efecto de P-Ca y AG ₃ en la altura final de planta de chile Mirador.....	20
Figura 2. Efecto de P-Ca y AG ₃ en el número de flores por planta de chile Mirador.....	21
Figura 3. Efecto de P-Ca y AG ₃ en el cuajado de frutos por planta de chile Mirador.....	22
Figura 4. Efecto de P-Ca y AG ₃ en el rendimiento por planta de chile Mirador.....	23
Figura 5. Efecto de P-Ca y AG ₃ en número de frutos cosechados en la planta de chile Mirador.....	24
Figura 6. Efecto de P-Ca y AG ₃ en longitud de fruto en la planta de chile Mirador.....	25
Figura 7. Efecto de P-Ca y AG ₃ en diámetro de fruto en la planta de chile Mirador.....	26

INTRODUCCION

El cultivo de Chile (*Capsicum annuum* L.) en México es una de las hortalizas de mayor importancia económica y social del país, el cual es su centro de origen. Esta especie representa una gran tradición cultural en la población de México, en donde comúnmente se le conoce como *chile* con diferentes calificativos locales de acuerdo con la etnia, región de cultivo, formas, color o posición del fruto (Long-Solís, 1986). El chile Mirador es una hortaliza de gran importancia económica y social en la región de El Mirador, Chicontepec, Veracruz, México (Martínez, 2008; Amado, 2009). Esta hortaliza se utiliza en fresco, deshidratado, salsas y encurtidos. El fruto tiene una pungencia intermedia que no irrita el estomago de quien lo ingiere (Ramírez *et al.*, 2010), que es su característica principal, además contiene minerales, fibras, agua, carotenoides, vitamina A y C (Nuez *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2004). Sin embargo, la producción se ve limitada debido a que en la etapa fenológica de floración tiene un considerable porcentaje de caída de flor. Debido a la importancia de esta hortaliza es necesario generar nuevas formas de manejo, para mejorar su rendimiento y ofrecer calidad en el producto (Ramírez, 2003). Existen diversos factores que pueden modificar e incluso nulificar el cuajado de flor y desarrollo del fruto. Entre ellos destacan: la temperatura, la luz, la humedad y las condiciones apropiadas del suelo integradas a los factores genéticos y fisiológicos, los cuales, son determinantes para un buen desarrollo óptimo de flor y fruto cuyo reflejo se verá en la producción (Khanizadeh *et al.*, 1994; Heins *et al.*, 2000). El uso de

biorreguladores que actúen en armonía con la naturaleza y no causen efectos adversos en la salud humana abren la posibilidad de ser utilizados en la horticultura contemporánea. En la actualidad, estas substancias ofrecen una magnífica oportunidad para mejorar los sistemas de producción hortícola. Además, tienen la ventaja de producir efectos temporales y por lo tanto de modificar el fenotipo del producto de acuerdo a las necesidades del mercado (Ramírez, 2003). La aplicación de auxinas, giberelinas y citocininas reducen la caída de flores y por lo tanto, incrementan el cuajado y la calidad de fruto de chile (Hasanuzzaman *etq al.*, 2007; Ramírez *et al.*, 2010). Prohexadiona de calcio (P-Ca) reduce el crecimiento vegetativo vía bloqueo de la biosíntesis de giberelinas biológicamente activas (Ramírez *et al.*, 2005) y aumenta las citocininas en meristemas apicales, las cuales promueven mayor floración y cuajado de fruto (Ramírez *et al.*, 2008; Ramírez *et al.*, 2010). El conocimiento sobre la influencia de P-Ca en la fisiología vegetal de varios cultivos hortícolas permite considerar a este retardante de crecimiento como un biorregulador que puede contribuir a controlar el crecimiento vegetativo-reproductivo de especies como tomate y chile (Ramírez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2009; Ramírez *et al.*, 2010). Considerando la aplicación exógena de los biorreguladores se plantea el siguiente objetivo e hipótesis.

Palabras clave:

Prohexadiona-Ca, Chile Mirador, Hormonas, Acido Giberélico

OBJETIVO

- Evaluar el efecto de Prohexadiona-Calcio y Ácido Giberélico en la fisiología de chile Mirador.

HIPÓTESIS

- Los biorreguladores Prohexadiona-Ca y Ácido Giberélico modifican positivamente en forma temporal varios indicadores fisiológicos de chile Mirador.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y domesticación del chile

El chile es originario de México (Olvera *et al.* 1998) con evidencias de que fue cultivado desde el año 7,000 al 2,555 A.C. en los estados de Puebla y Tamaulipas. En el país junto con la calabaza, maíz y frijol, el chile fue la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica. El género *Capsicum* incluye un promedio de 25 especies y al menos cinco de éstas son cultivadas en mayor o menor grado, pero en el ámbito mundial, casi la totalidad del chile que se consume está dado por la especie *C. annum* L. Muchos investigadores coinciden en que el centro de origen y domesticación de la especie de chile (*Capsicum annum* L.) es Mesoamérica, más propiamente México y Guatemala. La distribución de *C. annum* es nacional, y en esta se presenta la mayor diversidad y agrupa la mayoría de los tipos cultivados en el país, como el ancho, serrano, jalapeño, mirasol, pasilla, mulato, entre otros, mostrando una gran variación en diferentes caracteres, tales como forma, color, sabor, pungencia, adaptación, etc. En México existe una gran variedad de tipos y subtipos de chiles silvestres y semidomesticados ampliamente distribuidos, los cuales muestran diversidad en su morfología y con grandes posibilidades de ser una fuente importante de genes, por su condición ancestral cercana a la de las formas cultivadas (Pozo y Ramírez, 2003).

El chile Mirador es un tipo de chile característico de la zona Huasteca Media Veracruzana que se encuentra en siembras pequeñas como cultivo único o intercalado con maíz. Las siembras se localizan en altitudes con un rango

entre 15 (Álamo, Ver.) y 550 msnm (Chicontepec, Ver.). La planta es de porte compacto de 40 a 60 cm de altura y cobertura de follaje de 45 a 50 cm²; sus hojas presentan pubescencia moderada a intensa. Sus frutos pueden ser en posición colgante y son de forma cónica a cónica alargada; tienen una longitud de 2.5 a 6.0 cm y un diámetro de 0.6 a 2.0 cm. El color de este, es verde claro a verde esmeralda en estado sazón que cambia a rojo naranja en madurez total. La comercialización se realiza en un 80 % a la venta en pequeña escala, tanto en verde sazón, maduro fresco o maduro deshidratado y 20 % se destina para el autoconsumo ya que presenta una pungencia intermedia (Ramírez *et al.*, 2006).

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pterospidae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledonae

Orden: Solanaceales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: annum

Nombre Común: Chile Mirador

Descripción botánica

Planta

Es una planta herbácea perenne (Figura 1), con ciclo de cultivo anual de porte intermedio de 60 a 1.30 cm de altura, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas y del manejo. La planta de Chile es una especie autógena, monoica, de flores completas y perfectas (Martínez *et al.*, 2004). Morfológicamente pueden distinguirse las siguientes partes (Amado 2006).

Raíz

El Chile tiene una raíz pivotante y vellosa (Figura 2). La raíz primaria es corta y bastante ramificada, la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 5 a 40 cm y lateralmente puede llegar a cubrir de 0.9 a 1.2 m de diámetro alrededor de la planta (Guenkov, 1983).

Tallo

El tallo es de crecimiento limitado y erecto (Figura 3), semileñoso, cilíndrico, pubescente de altura variable, cuando las plantas adquieren cierta edad los tallos se lignifican ligeramente (Guenkov, 1983). A partir de cierta altura ("cruz") emite 2 o 3 ramificaciones y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente) (Fernández, 2007).

Hoja

Las hojas son simples, de forma ovoide, varían mucho en tamaño (Figura 4). Es entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las

nervaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Fernández, 2007).

Flor

Las flores aparecen solitarias en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, con inserción en las axilas de las hojas (Figura 5). Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Fernández, 2007).

Fruto

El fruto del chile botánicamente se define como una baya (Figura 6). Los frutos pueden ser en posición colgante o erecta; tienen una longitud de fruto .5 a 6.0 cm y un diámetro de 0.6 a 2.0 cm. La forma del fruto es cónico o alargado. El color de este, es verde claro a esmeralda en estado sazón que cambia a rojo naranja en madurez total. Se comercializa tanto en verde sazón, maduro fresco o maduro deshidratado y presenta pungencia intermedia (Ramírez *et al.*, 2006). Cuyas partes principales son: pedicelo o tallo, hombro, glándulas, placenta o venas, pericarpio, ápice o punta, lóbulo, semilla, base y cáliz (Lesur, 2006).

Semilla

Las semillas de chile (Figura 7), se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central (Fernández, 2007). Tienen una forma aplastada, redondeadas y lisas, ricas en aceite y cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm (Lesur, 2006). El lado más recto presenta el hilo, cicatriz

que queda en la zona del funículo al madurar y separarse la semilla de la placenta. Esta formada por la testa, el endospermo y el embrión. Su poder germinativo de las semillas frescas es de 95 a 98 % y mantiene su viabilidad durante tres o cuatro años; es dicotiledónea con germinación epigea (Maroto, 1992 y Valadéz, 1997).

Requerimientos climáticos y edáficos

Adaptación general

El cultivo se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 1743 msnm (Amado, 2006).

Clima

El chile puede cultivarse en clima muy variados dependiendo del tipo; así, los serranos y jalapeños se adaptan muy bien en zonas cálidas mientras que los chiles anchos a clima templado (Casseres, 1980).

El chile es una hortaliza de clima cálido, por lo cual no resiste heladas (Valadez, 1997).

Temperatura

El cultivo de chile se produce mejor en un clima relativamente caluroso, en el que la temporada de crecimiento es larga y donde existe poco peligro de heladas. La planta no desarrolla a temperaturas menores de 15°C. Aun cuando el cultivo busca temperaturas tibias, una temperatura superior a 32°C provoca la caída de las flores y una temperatura media superior a 27°C

causa malformaciones del fruto. Las temperaturas superiores a 35°C bloquean el proceso de fructificación (Vilmorín, 1976). La temperatura óptima para la producción de chiles está comprendida entre los 18 y 22°C (Serrano, 1978).

Humedad relativa

El cultivo de chile tiene requerimientos del 50 al 70%, especialmente durante la floración y cuajado del fruto (Zapata, 1992). Las humedades relativas altas favorecen el desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación, sin embargo favorecen el desarrollo del fruto en tamaño; mientras que menor humedad relativa puede provocar excesiva transpiración.

Luminosidad

Se considera una planta de día corto. La influencia en la intensidad de la luz prolonga el ciclo vegetativo del cultivo (Guenko, 1983). La falta de luz provoca un alargamiento de los entrenudos y de los tallos, que quedarán débiles y no podrán soportar el peso de una cosecha. Requiere de muy buena luminosidad, especialmente en la floración, ya que esta se ve reducida y las flores son más débiles en situaciones de escasa luminosidad (Zapata, 1992). Sin embargo, el exceso de sombra reduce la tasa de crecimiento del cultivo y también puede provocar el aborto de flores y frutos (Orellana *et al.*, 2003).

Agua

En general, las plantas de chile absorben el agua por las raíces junto con los nutrientes minerales disueltos que ella contiene; utilizan el agua en la fabricación de carbohidratos durante la fotosíntesis y para el transporte interno de los nutrientes, las fitohormonas y los productos de la fotosíntesis, que son usados en la formación de nuevos tejidos y en el llenado de los frutos. Cuando la planta se acerca a su marchitez, hay una reducción o cese de su crecimiento y desarrollo, con resultados potencialmente negativos para la producción de flores y frutos. Aunque el cultivo de chile puede tolerar el estrés hídrico, si éste dura mucho tiempo, puede resultar en daños irreversibles, tales como la caída de las hojas, flores y frutos (Orellana *et al.*, 2003).

Suelo

Es una planta más exigente que el tomate, prefiere suelos de textura ligera a intermedia: franco arenosos, francos, profundos, ricos en materia orgánica, con adecuada capacidad de retención de agua y buen drenaje; deben evitarse los suelos demasiados arcillosos. El encharcamiento por períodos cortos, ocasiona la caída de las hojas por la falta de oxígeno en el suelo y favorece el desarrollo de enfermedades fungosas (Orellana *et al.*, 2003).

pH

El pH óptimo para el cultivo se sitúa entre 6.5 y 7, aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5). Es sensible a la salinidad

del suelo soportando contenidos de 2560 a 6400 ppm (4 a 10 mmhos) (Valádez, 1997).

Importancia del desarrollo del fruto

El cuajado

No todas las flores se desarrollan en frutos. El término cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto frente a la otra alternativa, caída de la flor. Aunque el concepto es claro, su cuantificación es algo imprecisa, considerándose que hay desarrollo del fruto cuando es evidente un engrosamiento del ovario. Se denomina porcentaje de cuajado a la proporción de frutos, expresada en tanto por ciento, que se desarrollan a partir de flores. Algunos autores se refieren a frutos maduros, con lo que se evita la imprecisión del engrosamiento inicial. En este caso se obtienen valores más bajos del porcentaje de cuajado, pues una fracción importante de ovarios engrosados se pierde, no llegando los frutos a madurar. Los tipos de fruto pequeño suelen cuajar mucho más que los de fruto grueso. En éstos el porcentaje de cuajado puede ser muy bajo (Nuez *et al.*, 2003). Para un cultivar dado, la carga fisiológica de la planta tiene un efecto negativo. La presencia de frutos en desarrollo disminuye el porcentaje de cuajado, existiendo una correlación negativa entre el número de frutos en desarrollo y el cuajado de nuevas flores. Así, el porcentaje de cuajado fue bajo en el pico de la producción y alto cuando descendió el número de frutos. También el nivel de ramificación parece estar relacionado con este problema. En las observaciones de estos autores sobre dos cultivares de pimiento dulce, encontraron que el cuajado medio sobre el tallo principal era

del 80%, mientras que en las ramas laterales bajaba al 30%. Otro aspecto verosímilmente relacionado es el decrecimiento gradual del cuajado a lo largo de la vida de la planta; las primeras flores muestran un buen cuajado, luego éste va decreciendo. Este comportamiento también puede estar relacionado con variaciones paralelas de factores exógenos. Entre los factores exógenos la radiación solar incidente modifica de forma significativa este porcentaje. La reducción de la intensidad luminosa, bien por efecto latitudinal bien por cultivo bajo mallas, reduce el porcentaje de cuajado (Nuez *et al.*, 2003). Quizás el factor externo más importante es la temperatura. A temperaturas diurnas por encima de los 30°C el cuajado es muy escaso, aumentando éste a medida que la temperatura baja hasta un óptimo alrededor de los 20°C. El efecto negativo de las altas temperaturas no está completamente claro, habiéndose argüido un exceso de transpiración o una insuficiente translocación de azúcar a altas temperaturas. Por otra parte Rylski y Halevy (1974) señalan que las plantas cultivadas con bajas temperaturas nocturnas (8-10°C) muestran un cuajado de frutos superior que las cultivadas con temperaturas nocturnas más altas (18-20°C).

Retardantes de crecimiento

Los retardantes de crecimiento actúan inhibiendo o promoviendo ciertos procesos en biosíntesis, transporte, percepción o transducción de señales relacionados con hormonas vegetales (Weaver, 1996; Jankiewicz, 2003). Estas sustancias reducen la división y elongación celular de los ápices, regulando de esta forma la altura de las plantas de manera fisiológica, sin provocar malformaciones en las hojas o los tallos (Weaver, 1996). Con el

uso de esas sustancias, se ha demostrado que reducen la elongación del tallo y promueven la floración en manzano (Rademacher, 2000). Sin embargo, Owens y Stover (1999), refieren que estos compuestos tienen la desventaja de su persistencia en el árbol y de producir efectos tóxicos en humanos, características que prohíben en la actualidad su uso en frutales y otros cultivos hortícolas. La utilización de retardantes de crecimiento favorece el cuajado de frutos, debido a que inhiben la biosíntesis de giberelinas (Ramírez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2008; Ramírez *et al.*, 2010). Los retardantes se deben aplicar a las hojas cuando se busca un retraso en el crecimiento de otras partes de la planta y de esta forma quedan asimilados para ser utilizados por las flores (Rademacher, 2004). Recientemente, se ha reportado a la Prohexadiona-Ca (P-Ca) como un retardante de crecimiento (Evans *et al.*, 1997).

Prohexadiona de Calcio

Prohexadiona-Ca (P-Ca); Ca-(3-oxido-4-propionil-5-oxo-3-ciclohexano-carboxilato) es un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas biológicamente activas con baja toxicidad y limitada persistencia en el tejido vegetal (Evans *et al.*, 1997; Rademacher, 2004). Se ha reportado que P-Ca tiende a aumentar los niveles de citocininas en tejidos como meristemos apicales y semillas inmaduras (Evans *et al.*, 1999). Este efecto ha sido relacionado con el estímulo en la formación de flores y consecuentemente el rendimiento en diversas especies hortícolas (Evans *et al.*, 1999; Ramírez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2008). Los principales efectos de P-Ca son: a) reducción en

la tasa de crecimiento de los brotes tiernos; b) retraso en las etapas de senescencia y maduración del fruto; c) incremento en el porcentaje de amarre del fruto y d) reducción en la incidencia de la mancha del fuego (*Erwinia amylovora*) en manzano (Kiesling-Davison *et al.*, 2007). El conocimiento sobre la influencia de P-Ca en la fisiología vegetal de varios cultivos hortícolas, permite considerar a este retardante de crecimiento como un biorregulador que puede contribuir a controlar el crecimiento vegetativo-reproductivo de varias especies hortícolas (Ramírez *et al.*, 2005).

Modo de Acción. P-Ca inhibe la biosíntesis de giberelinas A_1 , A_4 y A_7 consecuentemente reduciendo el crecimiento longitudinal de meristemos (Rademacher, 2004; Ramírez *et al.*, 2005). La estructura de P-Ca es similar a la del ácido 2-oxoglutárico que es un co-substrato de dioxidasas catalizando hidroxilaciones involucradas en reacciones químicas de la biosíntesis de giberelinas. El primer blanco de P-Ca parece ser la 3- β -hidroxilación, entre la reacción que estimula la formación de AG_1 como consecuencia, esta aplicación reduce los niveles de giberelinas activas y causa la acumulación de su inmediato precursor AG_{20} inactivo (Evans *et al.*, 1999). Con relación a la dioxigenasa involucrada en el metabolismo de flavonoides puede también ser afectado por P-Ca y compuestos relacionados (Rademacher *et al.*, 1998).

Metabolismo. P-Ca en las plantas se degrada en pocas semanas. Después de la asimilación y del partimiento de su anillo, ocurre naturalmente el ácido propano 1, 2, 3-tricarboxílico (ácido tricarbárico), el cual es introducido al

metabolismo de la planta (Evans *et al.*, 1999). En los suelos, el P-Ca se descompone principalmente en dióxido de carbono, con una media de vida de 7 días. En agua, el P-Ca se degrada por fotólisis a dióxido de carbono y otros productos naturales. En mamíferos, P-Ca es rápidamente absorbido y después excretado (Evans *et al.*, 1999).

Propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas. El material no es mutagénico, carcinogénico o teratogénico. P-Ca no tiene efectos negativos en pájaros, peces, abejas o en los microorganismos del suelo (Evans *et al.*, 1999).

Absorción y translocación. P-Ca es absorbido por el follaje. Para una máxima absorción requiere un mínimo de 8 horas, y es transportado acropétalmente a los puntos individuales de crecimiento (meristemas). Los movimientos basipétalos son mínimos. P-Ca no persiste en la planta (Evans *et al.*, 1999). Las propiedades conocidas actualmente de P-Ca, la ubican como un nuevo biorregulador de uso prometedor en la producción hortícola, por lo tanto, es necesario continuar evaluándolo y en forma simultánea investigar sobre su posible mecanismo de acción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo durante 2010 en el área de invernaderos del Departamento de Fitomejoramiento en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a 25° 23' latitud norte y 101° 01' longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm. Se utilizó semilla criolla de chile Mirador originaria de la Huasteca Media Veracruzana. Las semillas fueron sembradas el 21 de Marzo de 2010 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss Premier Mix. El trasplante se realizó el 05 de Mayo de 2010, a campo abierto, cuando las plántulas presentaron una altura de 15 cm. Lo anterior se realizó en camas con una distancia entre plantas de 30 cm a doble hilera. El tratamiento consistió en una sola aplicación a los 35 días después del trasplante, con un atomizador manual se aplicaron los siguientes tratamientos: Testigo (H₂O); Prohexadiona de Calcio 100 mg·litro⁻¹; Prohexadiona de Calcio 125 mg·litro⁻¹; Prohexadiona de Calcio 175 mg·litro⁻¹; AG₃ 25 mg·litro⁻¹; Prohexadiona de Calcio 100 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹; Prohexadiona de Calcio 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ y Prohexadiona de Calcio 175 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹. La aplicación de cada tratamiento con biorreguladores se combinó con el surfactante líquido nonifenol(10)polioxietilénico (PegoDel) a razón de 1 ml·litro⁻¹ de agua. La aplicación se hizo temprano por la mañana (8 a 9 a.m.) sobre el follaje de las plantas a punto de goteo. Las variables evaluadas fueron: Altura final de planta (medida en centímetros), número de flores por planta, cuajado de

frutos, rendimiento en gramos por planta, longitud de fruto y diámetro de fruto en cm. Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con 12 repeticiones por tratamiento para todas las variables. Los resultados obtenidos fueron analizados con el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1995), para obtener el análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

Parámetros Hortícolas

La altura final de planta se determinó al final del ciclo midiendo con una cinta métrica escala 0 a 2 m desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. El número total de flores y de cuajado total de frutos por planta, se realizó en 10 plantas por tratamiento (Dahal *et al.*, 2006). El rendimiento por planta se determinó en cosecha, utilizando una bascula Ohaus modelo 3729 con capacidad máxima de 3000 gramos y resolución de 0.1 gramos. Además de hacer un conteo por planta de número de frutos. Se midió la longitud fruto y diámetro de fruto con un vernier.

RESULTADOS

Altura de final

Como se observa en la figura 1, de las medias para la variable altura de planta, si hubo diferencia significativa, ya que el tratamiento AG₃ y el testigo tuvieron mayor altura con 36.7cm y 35.1cm respectivamente y el tratamiento de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ fue el que obtuvo menor altura final con 24.3 cm respectivamente.

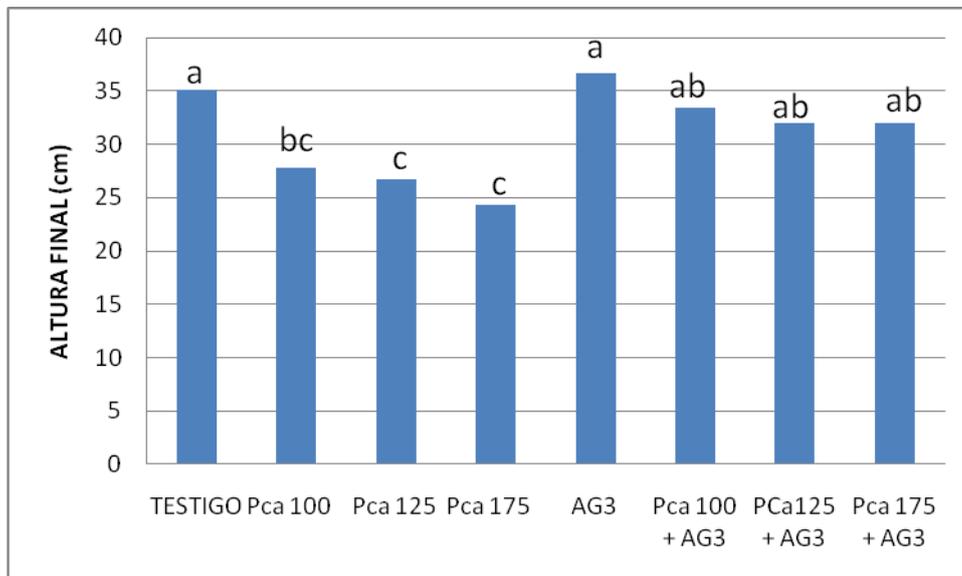


Figura 1. Efecto de P-Ca y AG₃ en altura final de planta de chile Mirador.

Medias con misma letra son iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Número de flores

En la figura 2, se observa la producción de flores para los diferentes tratamientos y se observó que si hubo diferencias significativas, ya que los tratamientos que obtuvieron mayor número de flores fueron P-Ca 175 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con 194.42 flores seguido de P-Ca 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con 178.5, por último esta P-Ca 175 con 73.99 flores por planta respectivamente.

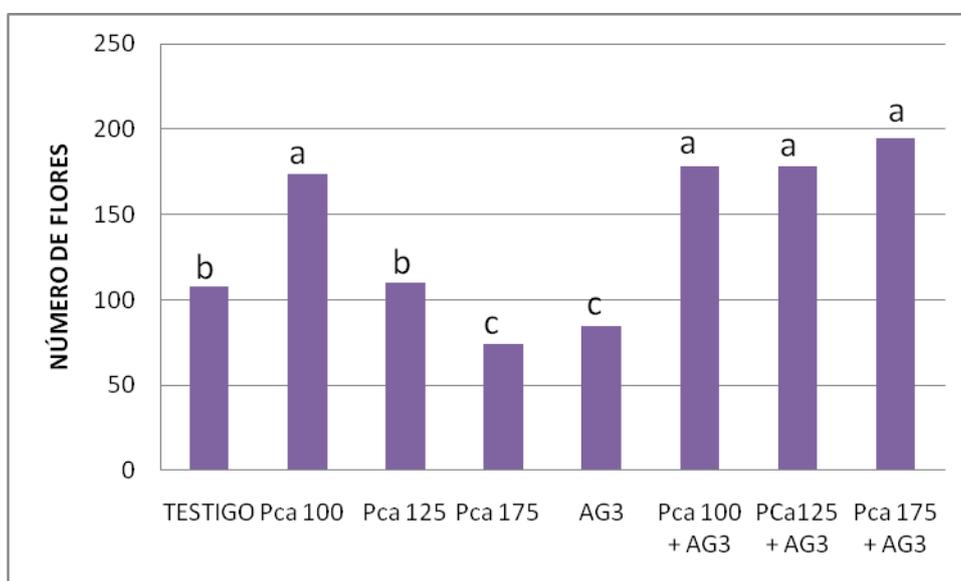


Figura 2. Efecto de P-Ca y AG₃ en el número de flores por planta de Chile Mirador. Medias con misma letra son iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuajado de fruto

La figura 3, muestra los efectos sobre frutos cuajados y se observa que si hubo diferencias significativas. El tratamiento con mayor cuajado de fruto fue el de P-Ca 100 mg·litro⁻¹ con 131.93 frutos, seguido del tratamiento P-Ca

125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con 114.35, y por ultimo esta el tratamiento con P-Ca a 175 mg·litro⁻¹, con 66.59 frutos cuajados.

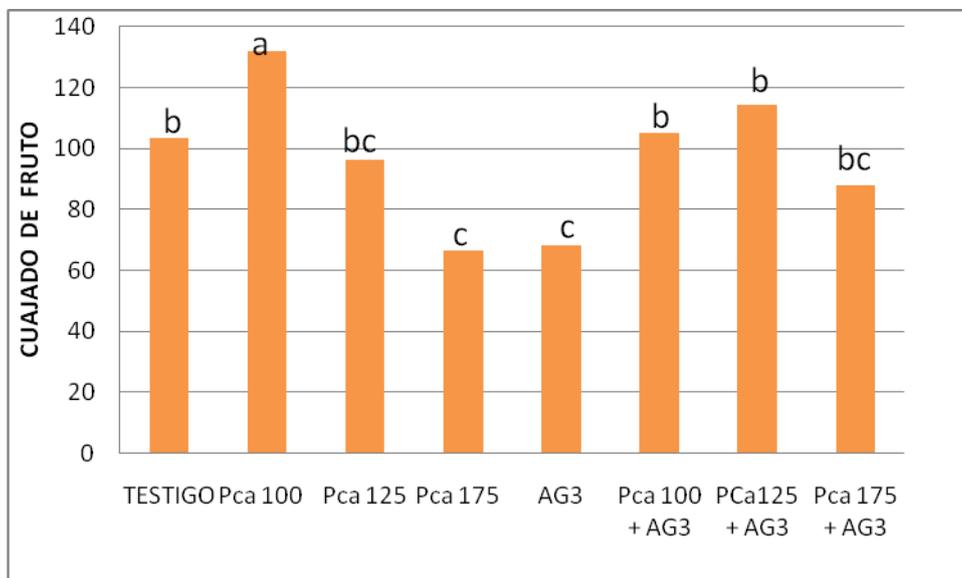


Figura 3. Efecto de P-Ca y AG₃ en el número de frutos cuajados por planta de chile Mirador. Medias con misma letra son iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Rendimiento por planta

En la figura 4. Se muestra el rendimiento por planta de los diferentes tratamientos y se observa que si hubo diferencias significativas, el tratamiento de P-Ca a 100 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ tuvo un rendimiento de 334.07 g por planta, seguido de P-Ca 100 mg·litro⁻¹ con un rendimiento de 233.165 g por planta.

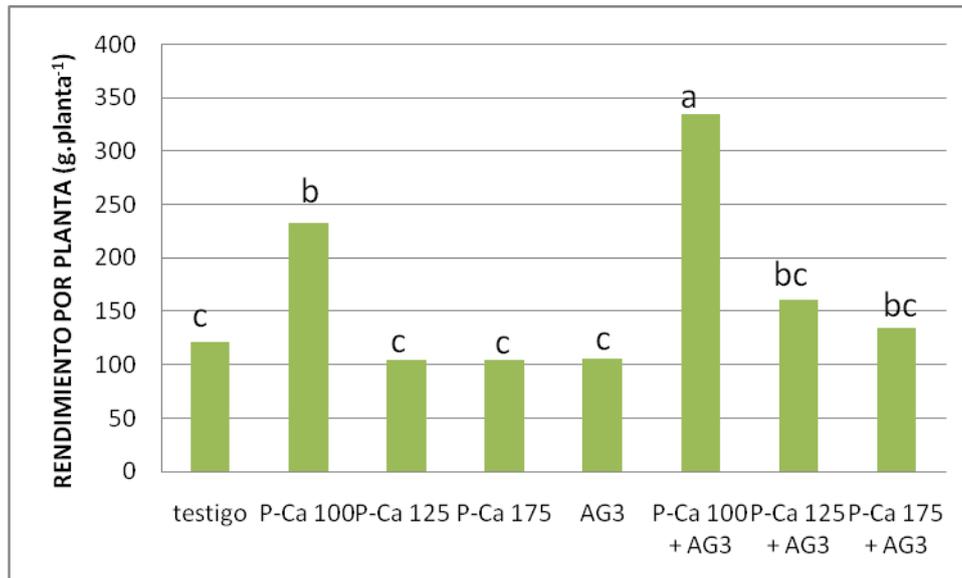


Figura 4. Efecto de P-Ca y AG₃ en el rendimiento por planta de chile Mirador. Medias con misma letra son iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Número de frutos cosechados

En la figura 5, si hubo diferencias significativas, se observa el rendimiento que se obtuvo en número de frutos, se ve que el que tuvo mayor número fue el tratamiento de P-Ca 100 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con una media de 117.66, seguido por el tratamiento P-Ca 100 mg·litro⁻¹ con una producción de 89.74 frutos por planta, y por último y más bajo fue el de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ con una producción de 38.22 frutos por planta respectivamente.

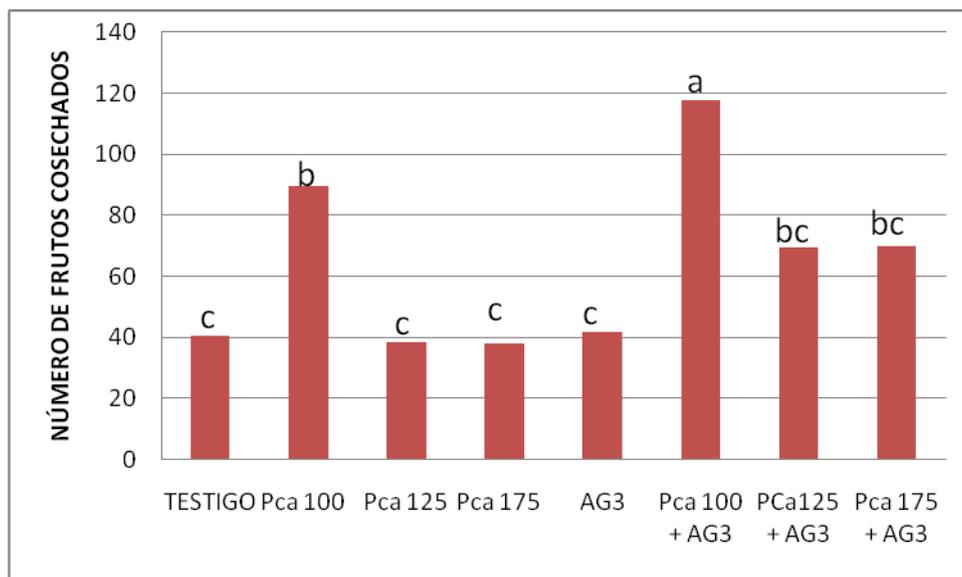


Figura 5. Efecto de P-Ca y AG₃ en número de frutos por planta de planta de chile Mirador. Medias con misma letra son iguales. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Longitud de fruto

En la figura 6, se observa que no hay diferencias significativas entre tratamientos, y pero las hay numericas, el tratamiento con mayor longitud fue el testigo con una longitud media de 4.72 cm, seguido por el tratamiento de P-Ca 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con una longitud de 4.55cm y el mas corto o con menor longitud fue el de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con 3.51 cm respectivamente.

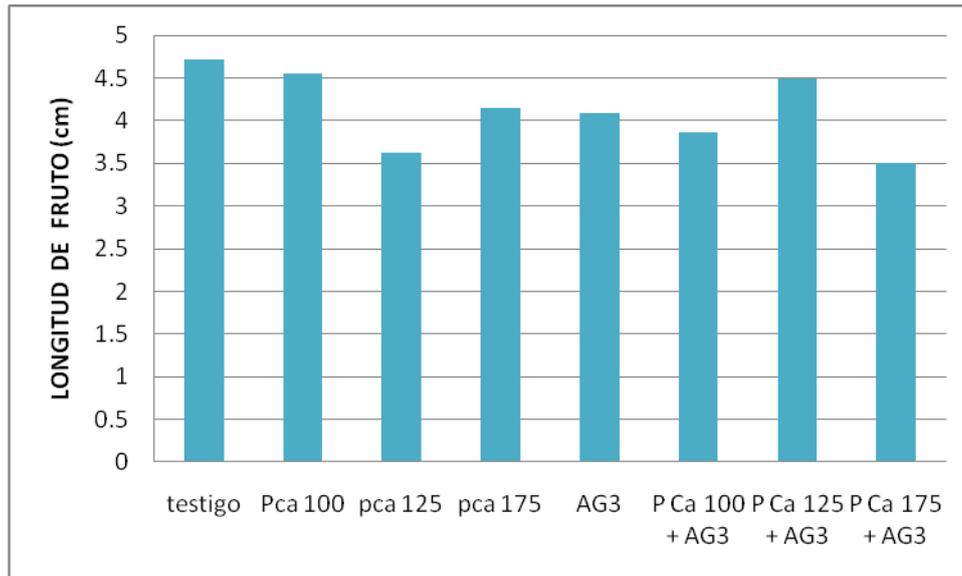


Figura 6. Efecto de P-Ca y AG₃ en longitud de fruto de chile Mirador.

N.S. (Tukey, $P \leq 0.05$).

Diametro de fruto.

En la figura 7, se observan la comparacion de medias entre tatamientos y se ve que no hay diferencia significativa, pero si numerica, el tratamiento de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ tiene un mayor diametro con 2.42cm, seguido del tratamiento de P-Ca 100 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con un diametro de 2.24, y el diametro menor lo tiene el tratamiento de P-Ca 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ con un diametro de 1.75cm respectivamente.

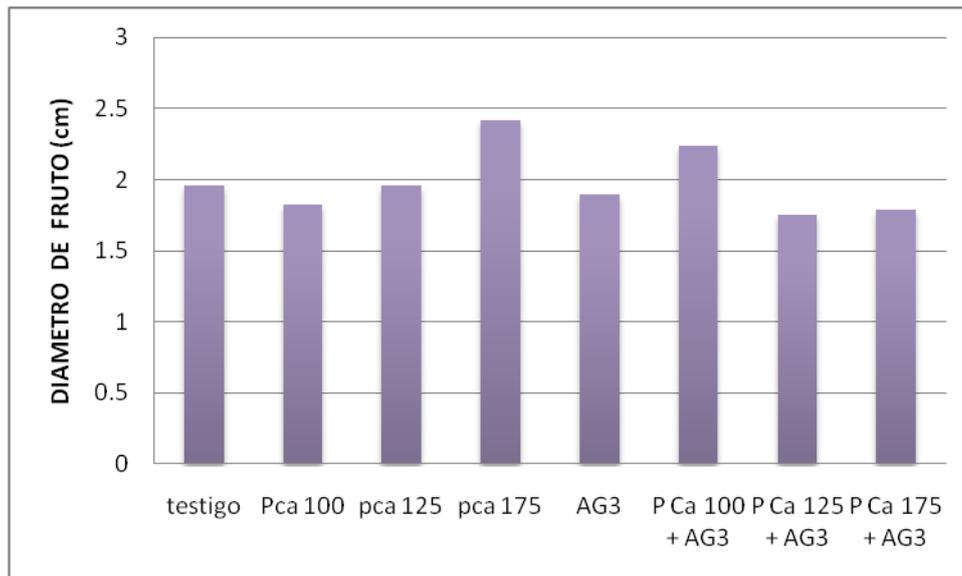


Figura 7. Efecto de P-Ca y AG₃ en el diámetro de fruto en la planta de chile Mirador. N.S. (Tukey, $P \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, se encontró que en el material criollo evaluado, en altura de planta al aplicar AG_3 $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ tiene una mayor altura con 36.7cm, en comparación al P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ que fue el valor más bajo con 24.3 cm, Se observó que al aplicar AG_3 $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ incrementó en un 13.3 cm de altura en comparación a P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$.

En la variable número de flores el que tuvo una mayor floración fue de P-Ca al $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1} + AG_3$ $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ con 194.42 flores en comparación con P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ que fue el más bajo con 73.99 flores. Se observó que al aplicar P-Ca al $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1} + AG_3$ $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ se incremento en 120.43 flores en comparación a P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$.

En la variable de numero de frutos cuajados, se encontró que el que tuvo más frutos cuajados fue P-Ca $100 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$, con 131.93, en comparación con P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ que fue le mas bajo con 66.59 frutos cuajados. Se observó que al aplicar P-Ca $100 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ obtuvo un incremento de 65.34 en comparación con P-Ca $175 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$.

Para la variable rendimiento por planta se encontró al tratamiento de P-Ca $100 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1} + AG_3$ $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ con mayor rendimiento con 334.07 g por planta. Se observó que aplicar P-Ca $100 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1} + AG_3$ $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ aumento el rendimiento de 100.905 g.

En la variable de numero de frutos cosechados por planta se encontró que el tratamiento de P-Ca $100 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1} + AG_3$ $25 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ fue el que obtuvo mayor numero de frutos cosechados con 117.66 frutos por planta, en

comparación con P-Ca 175 mg·litro⁻¹ con 38.22 frutos por planta. Se observó que la aplicación de P-Ca 100 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ tiene un incremento de 79.44 frutos por planta en comparación con P-Ca 175 mg·litro⁻¹.

En la variable longitud de fruto el testigo tuvo mayor longitud con 4.72 cm en comparación con el tratamiento de P-Ca de 175 mg·litro⁻¹ que obtuvo una longitud de 3.51 cm. Se observó que el testigo tuvo una longitud mayor con 1.21 cm más que el tratamiento de P-Ca de 175 mg·litro⁻¹.

En la variable diámetro de fruto el tratamiento que tuvo mayor valor fue el de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ con 2.42 cm, en comparación con el tratamiento de P-Ca 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹ que tuvo un diámetro de 1.75cm. Se observó que el tratamiento de P-Ca 175 mg·litro⁻¹ tiene un incremento en el diámetro de 0.67cm en comparación con el tratamiento de P-Ca 125 mg·litro⁻¹ + AG₃ 25 mg·litro⁻¹.

La reducción en crecimiento observado en tratamientos con P-Ca confirman previos reportes en los que se demuestra que este efecto refleja una reducción en la síntesis de giberelinas A1, A4 y A7 (Ramírez *et al.*, 2005).

Este efecto es revertido con la inclusión de ácido giberélico en la mezcla de P-Ca, como ha sido observado en manzano previamente (Rademacher, 2000).

La presencia de P-Ca, originó una estimulación en mayor número de flores y frutos. Este fenotipo continuó con la presencia de ácido giberélico. Es posible que la presencia de P-Ca dentro del tejido, además de la reducción

en giberelinas biológicamente activas, haya modificado la traslocación de asimilados. De tal manera que este flujo se dirigió a tejidos reproductivos para crear mejor condición para mayor formación floral y por ende más frutos presentes en las ramas de las plantas de Chile ((Weaver, 1996; Jankiewicz, 2003). La incorporación del ácido giberélico podría inclusive mantener esta distribución de asimilados. Un punto importante observado es que los tratamientos hormonales no redujeron el tamaño de los frutos. Este parámetro es muy importante y atractivo para el mercado, ya que se demuestra que no hay efectos adversos en ese fenotipo que marca una referencia para establecer precio y calidad de producto.

El rendimiento fue mayor con P-Ca solo o en combinación con ácido giberélico. Este efecto, refleja el estímulo logrado con mayor número de flores y frutos (Rademacher, 2000). Al final, una mayor producción causada por los bioreguladores utilizados, establecen una excelente alternativa en la producción de Chile Mirador.

CONCLUSIONES

En Chile Mirador, bajo las condiciones del presente estudio se concluye:

P-Ca reduce altura de planta.

AG3 Reestablece crecimiento vegetativo.

P-Ca individual o en combinacion con AG3 estimula(n) formación de flores y frutos y aumentan rendimiento sin reducir tamaño de fruto.

LITERATURA CITADA

1. AMADO, R. C. 2006. Evaluación de fertilizantes foliares, fertilizantes al suelos y extractos de algas marinas en el cultivo de chile Mirador criollo (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
2. AMADO, R. C. 2009. Prohexadiona-Ca, AG₃, ANOXA y BA modifican indicadores fisiológicos y bioquímicos en chile Mirador. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
3. BLANUSA, T.; ELSE, M. A.; DAVIES, W. J.; ATKINSON, C. J. 2006. Regulation of sweet cherry fruit abscission: The role of photo-assimilation, sugars and abscisic acid. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81(4): 613-620.
4. CHAUDHARY, B. R.; SHARMA, M. D.; SHAKYA, S. M.; GAUTAM, D. M. 2006. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) at Rampur, Chitwan. *Journal of the Institute of Agriculture Animal Science* 27: 65-68.
5. DAHAL, K. C.; SHARMA, M. D.; DHAKAL, D. D.; SHAKYA, S. M. 2006. Evaluation of heat tolerant chilli (*Capsicum annuum* L.) genotypes in Western Terai of Nepal. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science* 27: 59-64.
6. DÍAZ, J.; POMAR, F.; BERNAL, A.; MERINO, F. 2004. Peroxidases and the metabolism of capsaicin in *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry Reviews* 3: 141-157.

7. EVANS, J. R.; ISHIDA, C.A.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1997. Mode of action, metabolism and uptake of BAS-125W, prohexadione-calcium. HortScience 324: 557-558.
8. EVANS, J. R.; EVANS, R. R.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1999. Mode of action, metabolism and uptake of BAS 125 W, prohexadione-calcium. HortScience 34(7): 1200-1201.
9. FERNÁNDEZ, R. S. 2007. Manual de producción y Paquete Tecnológico de chile poblano. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla.
10. GUENKOV, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba.
11. HASANUZZAMAN, S. M.; HOSSAIN S. M. M.; ALI, M. O.; HOSSAIN, M. A.; HANNAN, A. 2007. Performance of different bell pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes in response to sythetic hormones. International Journal of Sustainable Crop Production 2(5): 78-84.
12. HEINS, R. D.; LIU, B.; RUNKLE, E. S. 2000. Regulation of crop growth and development based on environmental factors. Acta Horticulturae 514: 13-24.
13. JANKIEWICZ, L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Tomo I. Propiedades y acción. Ediciones Mundi-Prensa. México. 487 pp.
14. KAMARA, K. A. 2001. Nutrición, regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Memoria del Primer Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. pp. 1-14.
15. KHANIZADEH, S.; BUSZARD, D.; ZARCADAS, C. G. 1994. Effect of crop load on seasonal variation in chemical composition and spring frost

- hardiness of apple flower buds. Canadian Journal of Plant Science 69: 1277-1284.
16. KIESSLING-DAVISON, C. M.; J. E. MAGAÑA-MAGAÑA, A.; SEGOVIALERMA, A. J.; OBANDO-RODRÍGUEZ, V.; VILLARREAL-RAMÍREZ, H. 2007. Prohexadiona de calcio como regulador de crecimiento en el manzano (*Malus domestica* Borkh.) "Golden Delicious", Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tecnociencia Chihuahua 1(3):7-12.
 17. LESUR, L. 2006. Manual del cultivo del chile: Una guía paso a paso. México. Trillas. 80 pp.
 18. LONG-SOLÍS, J. 1986. Capsicum y Cultura: La Historia del Chilli. Fondo de Cultural Económica. México, DF. 181 pp.
 19. MARCELIS, L. F. M.; HEUVELINK, E.; BAAN HOFMAN-EIJER, L.R.; DEN BAKKER, J.; XUE, L. B. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. Journal of Experimental Botany 55(406): 2261-2268.
 20. MAROTO, J. V. 1992. Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España
 21. Martínez, O. A. 2008. Evaluación de biorreguladores en la fisiología de chile Mirador criollo (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
 22. NUEZ, F.; ORTEGA, G. R.; COSTA, J. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. México. 606 pp.
 23. Olivares, S. E. 1995. Paquete Estadístico Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

24. OLVERA G., J.; R. SÁNCHEZ R.; R. OCHOA B. Y F. RODRÍGUEZ C. 1998. Una hortaliza de México para el mundo. *Claridades Agropecuarias* 56:3-5.
25. ORELLANA, B. F. E.; ESCOBAR, B. J. C.; MORALES DE BORJA, A. J.; MÉNDEZ DE SALAZAR, I. S.; CRUZ, V. R. A.; CASTELLÓN, H. M. E. 2003. Guía Técnica: Cultivo de Chile Dulce. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador.
26. OWENS, L.; STOVER, E. 1999. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. *HortScience* 34(7): 1194-1196.
27. OZLEM, A.; BENIAN, E. 2007. Pepper seed yield and quality in relation to fruit position on the mother plant. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(23): 4251-4255.
28. POZO, C. O.; RAMÍREZ, M. M. 2003. Diversidad e importancia de los chiles silvestres. Memoria del 1er. Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAPCIRNE. Campo Exp. Río Bravo. Publicación Especial Núm. 26. p. 17-19
29. RADEMACHER, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51: 501-531.
30. RADEMACHER, W. 2004. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. *Acta Horticulturae* 653: 29-32.
31. RADEMACHER, W.; KRAUS, M.; HOEPPNER, P.; EVANS, J. R.; EVANS, R. R. 1998. Prohexadione-Ca. A new biorregulator for the control of

- vegetative growth in Apple. Data Report APE/HF 19984296RAD, BASF Agricultural Center, 67114 Limburgerhof, Germany.
32. RADEMACHER, W.; KOBER, L. 2003. Efficient use of prohexadione-ca in pome fruits. *European Journal of Horticultural Science* 68(3): 107-107.
33. RAMÍREZ, H. 2003. El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. Memoria del Tercer Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. pp. 1-22.
34. RAMÍREZ, H.; GÓMEZ-CASTAÑEDA, J. C.; BENAVIDES-MENDOZA, A.; ROBLEDO-TORRES, V.; ENCINA-RODRÍGUEZ, L. I.; COELLO-COUTIÑO, C. A. 2003. Influencia de prohexadiona-Ca sobre crecimiento vegetativo, producción y calidad de fruto en manzano (*Malus domestica* Borkh). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 9(2): 285-289.
35. RAMÍREZ, H.; HERRERA-GÁMEZ, B.; MENDEZ-QUIROA, Y. H.; BENAVIDES-MENDOZA, A.; DE LA CRUZ-BRETÓN, J. A.; ÁLVAREZ-MARES, V.; RANCAÑO-ARRIOJA, J. H.; VILLAREAL-QUINTANILLA, J. A. 2008. Prohexadiona de calcio disminuye el contenido de giberelinas endógenas en ápices de tomate saladette y chile pimiento. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 193-198.
36. RAMÍREZ, H; MÉNDEZ O; BENAVIDES, A. AMADO, C. 2009. 2009 Influencia de Prohexadiona-Ca y promotores de oxidación sobre el rendimiento, capsaicina y Vitamina C en chile Jalapeño. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5(3): 231-236.
37. RAMÍREZ, H.; AMADO, C.; BENAVIDES, A.; ROBLEDO, V.; MARTINEZ, A. 2010. Prohexadiona-Ca, AG3, ANOXA y BA Modifican Indicadores

- Fisiológicos y Bioquímicos en Chile Mirador. Revista Chapingo Serie Horticultura 16 (2): 83-89.
38. RAMÍREZ, H.; RIVERA, C.E.; BENAVIDES, A.; ROBLEDO, V.; REYNA, G. 2010. Prohexadiona-Ca, una Alternativa en la producción de tomate de cáscara. Revista Chapingo Serie Horticultura 16 (2): 139-146.
39. RAMÍREZ, H.; PERALTA-MANJARREZ, R. M.; BENAVIDES-MENDOZA, A.; SANCHEZ-LÓPEZ, A.; ROBLEDO-TORRES, V.; HERNÁNDEZ-DAVILA, J. 2005. Efecto de prohexadiona-Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(2): 283-290.
40. RAMÍREZ-LUNA, E.; CASTILLO-AGUILAR, C. DE LA C.; ACEVES-NAVARRO, E.; CARRILLO-AVILA, E. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile "Habanero". Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1): 93-98.
41. RAMÍREZ, M. M.; MONTES, H. S.; VILLALÓN, M. H.; MEDINA, M. T. 2006. Colecta y caracterización de germoplasma de chiles semidomesticados y silvestres de la región huasteca. Tercera Convención Mundial del Chile. Chihuahua, Chihuahua, México. pp. 45-49.
42. RAVIRAJA, S. G.; KRISHNA, M. R.; VISHWANATH, A. P.; KEMPEGOWDA, K.; RAGHAVENDRA. 2008. Influence of pruning and growth regulators on the shelf life of coloured capsicum (*Capsicum annuum* L.) CV. Bombi under greenhouse. Mysore Journal Agricultural Science 42(1): 33-37.
43. RYLSKI, I.; HALEVY, A. H. 1974. Temperature dependence of fruit set and fruit development in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) XIX Internacional Horticultural Congress, Varsavia: Abstract No. 122.

44. SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. 1996. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F. 759 pp.
45. SERRANO, Z. Z. 1978. Tomate, Pimiento y Berenjena en invernadero. Publicación de extensión agrícola. No. 27. Madrid, España.
46. SRIDHAR, G.; KOTI, R. V.; CHETTI, M. B.; HIREMATH, S. M. 2009. Effect of naphthalene acetic acid and mepiquat chloride on physiological components of yield in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal Agriculture Research 47(1): 53-62.
47. VALADÉZ, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, S. A de C. V. Grupo Noriega Editores. México.
48. VILMORÍN, D. F. 1976. El cultivo del pimiento dulce tipo Bell. Editorial Diana. México.
49. WEAVER, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Octava reimpresión. Editorial Trillas. México. 622 pp.
50. YUN-IM, K.; HARK-JOO, K.; SI-YOUNG, L.; HEE, C.; NAM-JUN, K.; BYOUNG-RYONG, J.; 2008. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) leaves and flowers under different irradiance and night temperature regimes. Horticulture Environment and Biotechnology 49(6): 397-402.
51. ZAPATA, N. M. 1992. El pimiento para pimentón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

