

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

MAESTRIA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS



**EFFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN LA ALTURA DE PLÁNTULAS DE
DIFERENTES TIPOS DE CHILES**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

PRESENTA:

AGUSTÍN ZÁRATE MÁRQUEZ

**ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR
INDICADO, HA SIDO APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS: HORTICULTURA
EJIDO NUEVO LEÓN, BAJA CALIFORNIA. SEPTIEMBRE 2008**

DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA

DIRECTOR DE TESIS

DR. JUAN FRANCISCO PONCE MEDINA

SINODAL

DR. ADOLFO PEREZ MARQUEZ

SINODAL

DR. MANUEL CRUZ VILLEGAS

SECRETARIO

M. C. AGUSTÍN CORPUS RAMOS

SINODAL

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Por haberme brindado la oportunidad de formar parte de su equipo; por apoyarme durante el transcurso de mi Maestría en Ciencias Agrícolas; por brindarme toda su infraestructura y equipo de trabajo para mi formación profesional teórica práctica, en su afán de alcanzar la excelencia académica.

AL INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Por haberme brindado sus instalaciones durante dos años y por brindarme el apoyo e impulso para alcanzar la meta que me propuse, y que consistió en realizar la tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias Agrícolas con especialidad en horticultura.

A LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

Por los conocimientos que brinda incondicionalmente a los estudiantes a través de sus docentes, y por darme la oportunidad de conocer un enfoque interesante de la agronomía, como lo es la horticultura, misma que es de suma importancia para los productores y estudiantes.

Al **DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA**, por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, y brindarme su gran amistad, confianza, esfuerzo y fe; gracias por compartir sus conocimientos conmigo sin pedir nada a cambio. Con su ayuda pude adquirir nuevas herramientas y conocimientos que me van a ser de gran utilidad durante mi desempeño profesional.

Al **DR. JUAN FRANCISCO PONCE MEDINA**, quien en lo personal lo considero un pilar académico de gran valor para el Instituto de Ciencias Agrícolas; por todo el apoyo que

suele brindar a todos los estudiantes que así se lo requieren, tanto como maestro y como persona, sin pedir nada a cambio, tan sólo ver el desarrollo y formación de los estudiantes. En mi caso el avance en el conocimiento científico a través de la investigación y la tesis, ya que sus orientaciones me permitieron realizar esta investigación y la interpretación de resultados de la misma. ¡Muchas gracias!

Al **DR. ADOLFO PEREZ MARQUEZ**, a quien admiro y respeto, que me abrió las puertas de esta institución y me brindó todo el apoyo académico y así sus conocimientos científicos los cuales fueron aplicados en este trabajo de investigación, así como sus conceptos filosófico del profesionista (has de tu vocación una vacación) gracias.

Al **DR, MANUEL CRUZ VILLEGAS**, le doy las gracias por proporcionarme todo el apoyo incondicional sus conocimientos y su valioso tiempo en la conclusión de este trabajo de investigación así como sus innumerables consejos que nos hacen reflexionar tanto en la vida personal como en la vida profesional ¡gracias!

DEDICATORIAS

A DIOS

Por haberme dado la oportunidad de vivir; por proporcionarme la fortaleza, coraje, salud y esperanza para poder culminar mis estudios de Maestría en Ciencias Agrícolas; por ayudarme a entender que la dedicación es necesaria no sólo para terminar sino para seguir aprendiendo durante toda la vida.

A MIS PADRES

Por su fe, apoyo, confianza, esfuerzo, cariño y comprensión, que siempre me han dado. Por su lucha, dedicación y pundonor que sólo los padres pueden transmitir a sus hijos; por todo ese sacrificio puede alcanzar mis metas. Estoy agradecido hoy y por el resto de mi vida por todo lo que me han proporcionado. ¡Muchas gracias padres!

A MI ESPOSA E HIJOS

Maria Gabriela y a mis dos hijos Crisol Azucena, Agustin

Por su incondicional apoyo que a través de los años e contado con ellos ya que la vida misma nos a conducido por caminos muy difíciles mas sin embargo estos tropiezos nos ha fortalecido como pareja y como familia a la que quiero con todo mi corazón.

A TODOS MIS HERMANOS

Ana, Eduardo, Mercedes, Rosario, Carmen Leticia, Víctor, Luz Elvira, José Luís, Alma Delia y el pilón Jesús Daniel por brindarme todos sus apoyos en la vida, que mejor que un hermano para darte la mano. Por su gran confianza brindada para que yo llevara a cabo este proyecto que me propuse. Por la humanidad que sólo un hermano puede dar para ver que sus hermanos cumplan con sus propósitos. ¡Gracias!

A mis hermanos Dr. Eduardo Zarate M, Dra. Rosario Elena Zarate M que han significado siempre los pilares de fortaleza, lucha y optimismo y sobre todo la fe en sí mismo en seguir adelante con firmeza. ¡Gracias!

A MIS AMIGOS

Raul, Mario, Felipe, Arturo, Roberto, Rubén Por la gran amistad y apoyo académico incondicional que me brindaron durante estos dos años de lucha, gracias a ellos se a concluido un episodio más en la vida profesional ¡Gracias!

A MIS MAESTROS

Por trasmitirme sus conocimientos para mi formación a través de los estudios, así como por compartir conmigo sus experiencias adquiridas a través de la vida; por darme la oportunidad de formarme mejor como persona. Por lo anterior estaré agradecido infinitamente, pero sobre todo por el tiempo dedicado en mí.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS _____	vii
RESÚMEN _____	xi
SUMMARY _____	xii
I. INTRODUCCIÓN _____	1
II. PROBLEMA _____	3
III. OBJETIVOS _____	4
IV. HIPÓTESIS _____	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA _____	5
5.1. Grupos de retardantes del crecimiento de plantas _____	5
5.2. Mecanismo de acción de los retardantes de crecimiento en plantas ____	5
5.3. Efecto que ocasionan los retardantes de crecimiento en la altura de plantas _____	6
5.4. Efectos que producen los retardantes de crecimiento en el diámetro de tallo _____	11
5.5. Efectos que originan los retardantes de crecimiento en la floración ____	11
5.6. Efecto que ocasiona el paclobutrazol en el crecimiento vegetativo ____	13
VI. MATERIALES Y MÉTODOS _____	16
VII. RESULTADOS _____	18
VIII. DISCUSIÓN _____	26
IX. CONCLUSIONES _____	28
X. LITERATURA CITADA _____	29
XI. APÉNDICE _____	39

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile bell, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	18
Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile anaheim, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	19
Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile jalapeño, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	19
Cuadro 4. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile bell, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	20
Cuadro 5. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile anaheim, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	20
Cuadro 6. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile jalapeño, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	21
Cuadro 7. Análisis de varianza de los datos de altura lograda por plántulas de chile serrano, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	22

Página

Cuadro 8. Análisis de varianza de los datos de altura lograda por plántulas de chile caribe, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	23
Cuadro 9. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile serrano, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	24
Cuadro 10. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile caribe, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	24

LISTA DE GRÁFICAS DEL APÉNDICE

	Página
Grafica 1. Comportamiento de diferentes dosis de paclobutrazol sobre altura de plántula de chile bell, Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	40
Grafica 2. Comportamiento de diferentes dosis de paclobutrazol sobre la altura de plántulas de chile anaheim. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	40
Grafica 3. Comportamiento de diferentes dosis de paclobutrazol sobre la altura de plántulas de chile jalapeño. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	41
Grafica 4. Comportamiento de diferentes dosis de paclobutrazol sobre la altura de plántulas de chile serrano. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	41
Grafica 5. Comportamiento de diferentes dosis de paclobutrazol sobre la altura de plántulas de chile caribe. Facultad de Agronomía, UAS, 2003 _____	42

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del paclobutrazol en la altura de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.) además conocer las dosis más adecuadas para retardar el crecimiento. Se utilizaron cultivares de los tipos chile bell, (*Capsicum pendulum* L.) anaheim, (*Capsicum annuum* L.) jalapeño, (*Capsicum annuum* L.) serrano, (*Capsicum frutescens* L.) y caribe, (*Capsicum annuum* L.) los cuales fueron sembrados el 8 de octubre de 2003, en charolas de poliestireno con 200 cavidades llenadas con sustrato peat moss. Los tratamientos asignados fueron 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg L⁻¹ de paclobutrazol, además el testigo. Las parcelas experimentales fueron formadas con tres hileras de diez plántulas cada una. Cada dosis fue aplicada con un atomizador (n = 12 veces), ejerciendo la misma aplicación se hizo una vez que mostraron cuatro hojas verdaderas, al momento en que éstas no tuvieron gotas de agua sobre su superficie. El manejo de las plántulas consistió en riegos (agua rodada) cada tres días y una fertilización con 50 g de urea diluida en 20 litros de agua. La altura fue medida desde la base del tallo hasta la yema apical del mismo, a los 67 días después de la siembra. Los resultados indicaron que el paclobutrazol ocasionó efecto retardante en el crecimiento en altura de las plántulas de los cinco cultivares de chile, pero también incrementó dicho crecimiento en jalapeño, serrano y caribe; asimismo, que dicho efecto fue ocasionado con la dosis de 200 mg L⁻¹ en chile bell y anaheim; con 100 mg L⁻¹ en jalapeño; con 100 ó 200 mg L⁻¹ en serrano y con 200 ó 250 mg L⁻¹ en caribe. Mientras que el incremento, en relación al crecimiento de las plántulas testigo, resultó con 250, 300 ó 350 mg L⁻¹ en jalapeño; con 300 ó 350 mg L⁻¹ en serrano; y con 350 mg L⁻¹ en caribe.

SUMMARY

This study to evaluate of paclobutrazol cause on the seedling height of pepper (*Capsicum annuum* L.), and to determine the optimal dosage most to retard the growth in height. the varieties valuated were bell, anaheim, jalapeño, serrano and caribe cultivars, these were sowed on October 8th 2003 in polystyrene trays (n) 200 cavities filled of substratum peat moss. The treatments were 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mg L⁻¹ of paclobutrazol and control. The plots experimental were formed with three rows of ten seedling each one. Each dosage was applied using a sprayer through 12 shots, seeking that each one was made. The application was made when the seedling had four real leaves, at time that those were not water drops on their surface. Management of practices seedling consisted in irrigation each three days and nitrogen fertilization (50 g of urea diluted in 20 water litres). Height was measured from the base of the stem to the terminal bud of the some, at 67 days after sowing. The results shown that paclobutrazol reduce the growth rate in seedling height of five pepper cultivars, nevertheless increased the growth rate on jalapeño, Serrano and caribe; likewise that said effect was caused with 200 mg L⁻¹ on pepper bell and anaheim; with 100 mg L⁻¹ on jalapeño; with 100 or 200 mg L⁻¹ on Serrano and with 200 or 250 mg L⁻¹ on caribe. While that the increment in relation at seedling growth control, was produced using 50, 300 or 350 mg L⁻¹ on jalapeño; with 300 or 350 mg L⁻¹ on Serrano; and with 350 mg L⁻¹ on caribe.

EFFECTOS DEL PACLOBUTRAZOL EN LA ALTURA DE PLÁNTULAS DE DIFERENTES TIPOS DE CHILES

I. INTRODUCCIÓN

El chile es una de las especies más cultivadas en México, y en el Estado de Sinaloa se cultivan principalmente las variedades el chile (bell capsicum pendulum L.) serrano,(Capsicum frutescens L .) jalapeño,(Capsicum annum L.) anaheim, (Capsicum annum L.) caribe (Capsicum annum L.) y pasilla, entre otros, de los cuales a su vez el chile bell y jalapeño son, los más importantes. En el ciclo agrícola 2002-2003 el primero representó 2,435 hectáreas y el segundo 288.ha, respectivamente.

La producción de chile bell se destina fundamentalmente con fines de exportación hacia Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, entre los principales, esto permite a los productores obtener divisas que, al ser introducidas y aplicadas en México, influyen en el desarrollo nacional. Mientras que el chile jalapeño se comercializa más en el mercado mexicano y local.

Lo anterior significa que los cultivares de chile son de gran importancia social, toda vez que generan importantes cantidades de empleos directos en el campo e indirectos en las empresas que los comercializan en el interior del país o en el extranjero; no obstante su importancia es relevante debido a que forma parte de la dieta alimenticia de los mexicanos, ya que a partir de esta hortaliza los ciudadanos obtienen importantes cantidades de (nutrientes como proteínas, vitamina A, carbohidratos, fibra, niacina tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, Vitamina B, entre los principales

Lo antes expuesto conlleva a la necesidad de investigar más acerca de las mejoras morfológicas de las plántulas de chile, para que éstas tengan mejores condiciones para su establecimiento en campo y puedan tener mejor éxito ante condiciones ambientales adversas, tales como fuertes lluvias o vientos que, cuando actúan sobre plántulas recientemente transplantadas y con tallos más alargados, provocan doblamiento o acame de las mismas.

Una alternativa para mejorar las condiciones morfológicas de las plántulas de chile lo constituye el paclobutrazol, con el cual se ha demostrado que se retarda o incrementa el crecimiento en altura de plántulas de tomate, aunque en otras sólo se ha logrado retardar dicho crecimiento, es decir sólo se ha logrado formar plantas compactas. Sin embargo, retardar o compactar a las plántulas tiene la conveniencia de hacer que las plantas resistan más el impacto de la fuerza de factores como las lluvias o vientos fuertes.

PROBLEMA

Se ha determinado que el paclobutrazol ocasiona efecto retardante en el crecimiento de plántulas de tomate, entre otras especies, pero se desconoce si dicha sustancia produce los mismos efectos en plántulas de chile bell, serrano, jalapeño, anaheim y caribe, por lo que es imprescindible realizar investigación para conocer los efectos que esta sustancia provoca en este tipo de cultivares, así como la o las dosis más adecuadas para retardar el crecimiento en altura.

OBJETIVOS

1. Evaluar los efectos que el paclobutrazol pueda ocasionar en la altura de plántulas de diferentes tipos de chiles.
2. Conocer dosis más adecuadas de paclobutrazol para retardar el crecimiento en altura.

HIPÓTESIS

El paclobutrazol ocasiona efectos en la altura de plántulas de diferentes tipos de chiles, cuando es aplicado sobre el follaje de las mismas.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Grupos de retardantes del crecimiento de plantas.

Wareing y Phillips (1981), mencionan que la introducción de productos químicos orgánicos retardantes del crecimiento en plantas, se utiliza en la actualidad para aplicar los mismos e incrementar la floración, la fijación de frutos, la tuberización, la resistencia al frío, sequía y sales. Al respecto que Hickman *et al.* (1989) destaca que dichos retardantes permiten reducir el rompimiento de raíces en plántulas para transplante, produciendo plantas más compactas.

Krishnamoorthy (1981) menciona que los grupos importantes de retardantes de crecimiento son: a) nicotínicos, como el cloruro de 2-4-diclorobencil nicotínico (2-4 DNC); b) carbamatos cuaternarios de amonio, por ej. (AMO-1618); c) compuestos fosfónicos de los cuales el fosfón D y fosfón S son los más activos; d) colinas sustituidas, donde el cycocel (CCC) es el de mayor eficacia; e) ácidos succinámicos al que pertenece el daminozide; f) triazoles como el uniconazole y paclobutrazol.

5.2. Mecanismo de acción de los retardantes de crecimiento en plantas.

Rojas y Rovalo (1985), indicaron que los retardantes de crecimiento actuales en el mercado, son compuestos orgánicos sintéticos, que retrasan la división y alargamiento celular en tejidos del brote en activo crecimiento. Los inhibidores de crecimiento desempeñan un papel importante, ya que pueden controlar una amplia gama de procesos (Nitsch, 1957), como el control del crecimiento, desarrollo vegetal y la inhibición de hormonas (giberelinas) esenciales para el crecimiento y elongación de tallos; los retardantes de crecimiento reducen la división y elongación celular, localizados en los ápices y meristemas subapicales, inhibiendo la tasa de el

crecimiento del tallo y acortando los entrenudos (Weaver, 1984), sin provocar malformaciones en los tallos ó en las hojas (Rojas y Rovalo, 1985; Wilfret, 1978).

Los retardantes de crecimiento (paclobutrazol, hidrácida maleica, morfactinas, alar, AMO-1618 y cycocel), presentan mecanismos físicos y bioquímicos que inhiben la biosíntesis de giberelinas y reducen la división celular; asimismo, los retardadores como paclobutrazol (Bonzi^R), un potente inhibidor de biosíntesis de giberelinas, son absorbidos pasivamente a través de hojas, tallos y raíces, y se translocadas por el xilema hasta los puntos de crecimiento, donde inhiben la síntesis de giberelinas, impidiendo su acción en los meristemos subapicales (Early y Martín, 1988).

Villegas y Lozoya (1991), manifestaron que los retardantes de crecimiento actúan en la oxidación del kaureno a ácido kaurenoico para la producción de giberelinas, reduciendo así la tasa de división y expansión celular, sin riesgo de causar toxicidad; las consecuencias morfológicas directas sobre la planta se muestran como una reducción del crecimiento, además se manifiesta una estimulación en la producción de flores en algunas especies. En 1985, Goulston y Shearing reportaron que en plantas de nochebuena, aplicaciones de paclobutrazol dirigidas al suelo y follaje redujeron la altura de plantas y produjeron plantas más compactas con un follaje verde oscuro.

5.3. Efecto de los inhibidores de crecimiento en la altura de plantas.

El efecto de los retardantes de crecimiento es con frecuencia el opuesto al de las giberelinas (GAs), porque mientras que éstas inducen el crecimiento de los entrenudos, los retardantes inducen a un acortamiento de los entrenudos (Weaver, 1984).

Hickman *et al.* (1989) mencionaron que aplicaciones de uniconazole producen plantas de menor altura y compactas, aptas para el trasplante. Folquer (1979), citado

por Maroto (2000), reportó que aplicaciones de cloromequat, en plantas pequeñas de tomate, producen plantas compactas y acortadas e incrementa la tolerancia a la sequía, lo cual es benéfico durante el trasplante en campo.

Rojas (1984) Appezzato y Castro (1982), citados por Rojas y Ramírez (1991), señalo que el cloromequat es un producto antigiberélico, y uno de sus efectos típicos es aportar a la planta resistencia al estrés post trasplante .no obstante inducir a tallos cortos y hojas más pequeñas; su efecto protector no radica en estos cambios morfológicos sino en alguna acción fisiológica; asimismo, este regulador se canaliza para inducir en trigo, y en otros cereales de grano pequeño, un hábito de crecimiento más corto, tallos gruesos y de mayor macollaje, incrementándose la resistencia a la sequía y frío.

Weaver (1984) informó que en 1949 introdujeron productos químicos orgánicos sintéticos que retardan el crecimiento de los tallos, incrementan así el color verde de las hojas y afectan indirectamente la floración sin provocar deformaciones, estos compuestos retardan la división y elongación celular, controlando la altura de la planta sin causar doblamiento de los tallos ni deformaciones de hojas. Mitchell *et al.* (1949) mencionaron que los retardantes nicotínicos reducen la elongación de los tallos de plantas de frijol.

Mariscal *et al.* (1992) encontraron que el paclobutrazol retardó la tasa de crecimiento del tallo en hortensia en dosis de 50 mL L⁻¹ aplicados al follaje en el cultivar Rose Supreme; asimismo, que mediante dos aplicaciones foliares de 50 mg L⁻¹ de paclobutrazol controlaron el alargamiento de tallo, produciendo plantas de menor altura (37 cm) que plantas no tratadas (50 cm).

Villegas y Lozoya (1991) reportaron que paclobutrazol inhibió el crecimiento de las plantas de nochebuena (nom tec.) sin detrimento en el aspecto o diferenciación floral, en concentraciones de 2.0 y 4.0 mg L⁻¹, así como 120 y 160 mg L⁻¹ de ingrediente activo, en aplicaciones al suelo y follaje, respectivamente.

Campbell (1976) observó que aplicaciones de daminocida en dosis de 5000 mg L⁻¹ y ethephon en dosis de 150 y 300 mg L⁻¹, sobre plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en semilleros, mejoraron la calidad y uniformidad de las mismas, redujo la elongación de los tallos, estimuló la producción de raíces y evitó la formación prematura de flores y frutos.

Keever y McGuire (1991) en experimentos con retardantes de crecimiento como uniconazole, en camelia a concentraciones de 0-60 mg L⁻¹, encontraron que las plantas tratadas con 60 mg L⁻¹ presentaron menor tasa de crecimiento, sin efectos adversos en floración.

Lozoya (1992) reportó que el alar (ácido N. dimetilamino succinámico, daminozide), el CCC, ethephon y PP333, acortaron los entrenudos en crisantemos y en margaritas de corte produjeron plantas más compactas.

El paclobutrazol es un derivado de la pirimidina que ha mostrado actividad para controlar la tasa de crecimiento en un amplia gama de plantas (Freeborg y Daniel, 1981; McDaniel, 1983; McDaniel, 1986; Shanks, 1980; Sterrett, 1985); dicho biorregulador de plantas es un promotor retardante del crecimiento para uso en frutales (Snir,1988), demostrandose que es efectivo en reducir la elongación de tallo en muchas especies (cuales) (Barrett y Nell, 1989; Mansour y Poole, 1987; Wang y Blessington, 1990), sin embargo su efectividad se manifiesta en dosis superiores a las requeridas de

uniconazole o ancymidol para permitir la misma reducción (Barrett y Nell, 1989; Wang, 1989; Wang y Blessington, 1990 y McDaniel, 1990).

Según Barrett y Bartuska (1982), el efecto de paclobutrazol en la elongación del tallo depende del lugar de aplicación, no obstante algunos estudios indican que es translocado en el xilema una vez que es absorbido por las raíces, como sucede con los efectos resultantes de utilizar uniconazole que es su análogo químico (Wang *et al.*, 1986 y Sterrett, 1988); cuando se aplica al follaje no es translocado rápidamente al ápice del brote para pronto limitar la tasa de crecimiento, como lo hace cuando se aplica directamente en tallos (Barrett y Bartuska, 1982).

La estructura del paclobutrazol es similar a la del brasinazole; sin embargo, éste último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroide, el que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, (*Lycopersicon esculentum*) chícharo y *Arabidopsis*, ha sido clasificada en la actualidad como una nueva clase de fitohormona (Yokota, 1997; Clouse y Sasse, 1998).

Los triazoles, como el paclobutrazol, son extremadamente activos incluso a muy bajas concentraciones y efectivos para retardar la altura de plantas, (Wilfret, 1981), resultando más efectivos cuando se aplican al tallo o a la zona radicular de la planta (Barrett y Bartuska, 1982).

El paclobutrazol, aplicado en el suelo hasta humedecerlo, es más efectivo para retardar la altura de la azucena Easter, que la aplicación foliar (Gianfagna y Wulster, 1986); sin embargo, la aplicación en el suelo a través de tabletas o cápsulas con dicho retardante paclobutrazol, colocadas en hoyos hechos en la parte central de cada maceta, fue menos efectivo comparado con los resultados obtenidos al ser aplicados

en suelo húmedo el suelo, para controlar la altura de crisantemo (Sanderson *et al.*, 1988).

Velázquez *et al.* (2003) observaron efectos retardantes del paclobutrazol en el crecimiento de plantas de tomate variedad Río Grande, al utilizar en dosis de 100, 150 y 200 mg L⁻¹ en la etapa de cuatro hojas verdaderas, de tal manera que la altura de las plantas fue muy inferior a la del testigo.

Romero y Low (2004) encontraron que al utilizar paclobutrazol en dosis que variaron de 100 a 200 mg L⁻¹, aplicadas en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) de cuatro variedades en la etapa fenológica de dos y cuatro hojas verdaderas, la tasa de crecimiento fue menor en relación al observado en plantas testigo y en aquéllas que recibieron dosis que van de 250 a 350 mg L⁻¹.

De Jesús (2004) investigando el efecto del paclobutrazol en plantas de tomate de la variedad Río Grande en la fase de cuatro hojas verdaderas, encontró que las dosis más efectivas para retardar el crecimiento en altura fueron las de 100, 150 y 200 mg L⁻¹; mientras que al aplicar dosis en concentraciones (250, 300 y 350) incrementaron en comparación con las plantas testigo.

Velázquez *et al.* (2004) encontraron que la aplicación de paclobutrazol, en dosis de 100, 150 y 200 mg L⁻¹ retardando el crecimiento en altura de plántulas de tomate de las variedades Río Grande, H-9663, Maya y H-289; mientras que concentraciones 250, 300 y 350 el crecimiento incrementó en relación a las plántulas testigo.

Partida *et al.* (2004) observaron que al aplicar paclobutrazol en plántulas de la variedad Río Grande con dos o cuatro hojas verdaderas, a niveles las dosis de (100, 150 y 200 mg L⁻¹) retardo la altura de la planta; contrariamente al aplicar

concentraciones (250, 300 y 350 mg L⁻¹) incrementó en relación a las plántulas testigo. Sin embargo, ninguna de las dosis mostró efecto en decremento o incremento del crecimiento cuando las mismas dosis fueron aplicadas en plántulas de seis hojas.

5.4. Efectos de los retardantes de crecimiento en el diámetro de tallo.

Reguladores del crecimiento de árboles inhibiendo la giberelina, tales como el paclobutrazol (PBZ), demuestra reducir la elongación de brotes, la expansión de hojas y el crecimiento en diámetro del tallo en muchas especies de árboles (Keever *et al.*, 1990; Burch *et al.*, 1996).

Plantas tratadas con retardantes de crecimiento desarrollan tallos gruesos y hojas de color verde oscuro, con cambios similares a los producidos al exponer las plantas a condiciones de ambas una iluminación intensa y bajas temperaturas (Wittwer y Teubner, 1956). El cycocel, cloruro de clormecuat o CCC, se usa comercialmente en cultivos de cereales en Europa para reducir la altura de plantas y tener tallos más gruesos y fuertes (Rojas, 1982), la aplicación de promalin en dosis de 50 y 100 mg L⁻¹ incrementó el diámetro de tallo en plántulas de tomate saladet (Ramírez y Vázquez, 1991).

5.5. Efectos de inhibidores de crecimiento en la floración.

Pisarczyk y Splittstoesser (1979), Wittwer y Tolbert (1960) y Bailey *et al.* (1986), realizaron estudios sobre la acción de diversos retardantes de crecimiento en plantas de tomate, demostrando que es factible, durante la floración de las plantas retrasar y regular el trasplante, sin ejercer efectos negativos, los resultados obtenidos demostraron que el uso de clormecuat, daminocida y ethephon, se puede retrasar hasta 15 días el trasplante, sin afectar la precocidad de flores y frutos en relación con el

testigo,(sin aplicación químico) sin embargo, retardantes de crecimiento como CCC y los compuestos relacionados (2,bromoetil) (trimetil amonio-bromuro) y (2, 3-n-propileno) trimetil amonio bromuro, en aplicaciones a plantas de tomate en concentraciones de 10^{-3} a 10^{-7} molar, modifican el crecimiento además de fomentan la floración temprana.

Pisarczyk y Splittstoesser (1979), Wittewer y Tolbert (1960) y Bailey *et al.* (1986) encontraron estimulación de la floración y control en altura de plantas en el cultivar Merritt's Supreme de hortensia, (technical name) con aspersiones foliares semanales de 100 mg L^{-1} de ancimidol y paclobutrazol y $10,000 \text{ mg L}^{-1}$ de daminozide. Mariscal *et al.* (1992) los autores menciona que aspersiones foliares semanales de $5,000 \text{ mg L}^{-1}$ de daminozide se puede acortar los entrenudos y la iniciación floral puede ser inhibida en las variedades Rose Supreme y Sister Therese de hortensias. El daminocide (B-9R) se caracteriza por inducir floración, reducir la tasa de crecimiento, ser de baja toxicidad y fácil de absorber, teniendo como efecto primario el inhibir la síntesis del ácido indolacético, (Arellano *et al.*, 1992).

En plantas de *Zantedeschia* cultivadas como ornamentales en macetas, la altura se puede controlar mediante el reguladores de crecimiento llamado paclobutrazol (Tjia, 1987), dicho producto puede interactuar con GA_3 para afectar la altura y el número de flores de *Zantedeschia rehmannii* cultivadas a partir de rizomas producidos en campo (Corr y Widmer, 1991).

Debido a que el paclobutrazol es efectivo en muchos miembros de la familia Rosaceae (Erez, 1984; Williams, 1984), incluyendo el cerezo (Quinlan y Webster, 1982; Webster y Quinlan, 1984), y porque no tiene efecto de largo alcance, sugiere ser prometedores en la preservación in vitro de cerezo dulce (Snir, 1988).

Los efectos inversos de GA₃ por el paclobutrazol han sido reportados en caléndula (Moore y Schekel, 1985), en durazno (Casper y Taylor, 1989), Nochebuena (Davis *et al.*, 1988) y girasol (Wample y Culver, 1983).

Tratamientos con paclobutrazol (PBZ; Cultar, Imperial Chemicals, Surry, U. K) demostraron ser efectivos en reducir la tasa de crecimiento Terminal de cerezos dulces mientras incrementan el tamaño del fruto (Looney y Mc Keellar, 1987; Webster *et al.*, 1986).

El paclobutrazol es un inhibidor activo en la biosíntesis del ácido giberélico (Dalziel y Lawrence, 1984; Tadao *et al.*, 2000); ya que retarda la elongación del tallo, y en ocasiones para promover la floración en plantas ornamentales leñosas (Bailey *et al.*, 1986; Goultson y Shearing, 1985; Wilkinson y Richards, 1988).

5.6. Efecto del paclobutrazol en el crecimiento de raíces.

Los árboles trasplantados deben regenerar raíces rápidamente para establecerse en el campo con mínimo estrés. El paclobutrazol puede incrementar el crecimiento en extensión y peso seco de raíces regeneradas de árboles trasplantados en campo bajo algunas circunstancias (Watson, 2004). Incrementando la proporción a ($i=$) la tasa de crecimiento de las raíces y elongación de árboles antes del trasplante, para volver a su expansión original, pudiendo esto reducir el tiempo de establecimiento (Watson, 2004). Recientemente, el paclobutrazol ha mostrado incrementar el crecimiento de raíces (Watson, 1996) e incrementar la relación de raíces por brotes (Liyembani y Taylor, 1989; Ruter, 1994; Swietlik y Millar, 1983) no obstante que cuando el paclobutrazol no fue aplicado al sistema radicular (Watson, 2004).

En árboles de peonía (*Paeonia suffruticosa*), plantas leguminosas medicinales, el paclobutrazol asperjado a 500 y 1000 mg L⁻¹ es menos efectivo que el uniconazole a 25 y 50 mg L⁻¹, para reducir la longitud de la raíz en árboles de la variedad Hanakiso (Hamada *et al.*, 1990).

La producción y tamaño de las holas (*Ficus benjamina*), se vieron reducidos cuando el medio fue humedecido con paclobutrazol (LeCain *et al.*, 1986). También en árboles de pecana [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch] se redujo el crecimiento de raíces y el área foliar durante cuatro años después que las plantas fueron tratadas con paclobutrazol (Wood, 1988).

A través de una investigación con plántulas de olmo en macetas y humedeciendo la base de dichas plántulas con paclobutrazol, Watson (2001) observó un incremento en relación de longitud por peso de raíces regeneradas, no obstante el peso total de las raíces regeneradas fue reducido y atribuible a la excesiva regulación del crecimiento.

Watson (2004) estudió el efecto que el paclobutrazol produce en las especies (*Hacer nigrum* "Green Column") y (*Fraxinus pennsylvanica*), reportó que, después de transplantar el falso plátano (*Hacer nigrum* "Green Column") y de haber iniciado la regulación del crecimiento cuando la planta expuso parte de las hojas por encima del suelo, en el primer año después del tratamiento, el paclobutrazol ocasionó un incremento del crecimiento en la extensión de las raíces; mientras que en la especie *Fraxinus pennsylvanica* el crecimiento de las raíces no se vio.

5.6. Efecto del paclobutrazol en el crecimiento vegetativo.

Almaguer y Rodríguez (1992) estudiaron el efecto de nutrimentos y del paclobutrazol en el crecimiento vegetativo y reproductivo de durazno en huerto-vivero, observaron que en plantas tratadas con paclobutrazol se tuvo un 9.0 amarre de yemas por rama (en escala de 0 a 10) y 11% de amarre de frutos, así como mayor resistencia a las heladas, aunque con menor crecimiento vegetativo, mientras que el testigo presentó valores de 4.8 y de 1.7% para cada una de las variables.

Partida *et al.* (2007) observaron que el paclobutrazol incrementó la biomasa de raíz y parte aérea de chile bell y berenjena, en relación al testigo; asimismo, dosis 150 mg L⁻¹ fue la más adecuada en pimiento morrón al incrementar en (1.1, 3.7 y 13 veces) la longitud de raíz, materia fresca y materia seca de estas respectivamente así se obtuvo(1.5 y 6.7), de incremento de materia fresca y seca de la parte aérea, respectivamente. En raíces de berenjena incrementó - 1.3 veces la materia fresca y - 71% la materia seca de raíz; - 81% la materia fresca y 89% la materia seca de la parte aérea.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía, la cual está ubicada en el km 17.5 de la Maxipista Culiacán-Mazatlán, Sinaloa. Los tipos de chile utilizados fueron chile bell “California Wonder”, anaheim “Conquistador”, jalapeño “El Jefe”, serrano “Tampiqueño” y caribe “NuMex Zunrise”. La siembra se hizo bajo condiciones de invernadero el día 8 de octubre de 2003 en charolas de poliestireno con 200 cavidades, utilizando el sustrato peat moss. El manejo de plántulas consistió con riegos cada tres días hasta una edad de 67 días después de la siembra y fertilización con urea 50 g diluida en 20 litros de agua; Las dosis utilizadas en esta investigación fueron las de 100, 150, 200, 250, 300, 350 mg L⁻¹ de paclobutrazol (PBZ) y las plántulas testigo, por lo que se tuvieron siete tratamientos.

Cada dosis fue aplicada una vez con atomizador manual, asignando para cada una un atomizador especial del mismo tipo, con la finalidad de evitar alteraciones en las concentraciones deseadas para cada unidad experimental.

Para buscar mayor uniformidad en las aplicaciones de paclobutrazol, se procedió a asperjar la solución con el mismo número de atomizado (n= 12) del atomizador en cada unidad experimental, se fue cauteloso para que cada atomizado se llevara a cabo casi con la misma fuerza, esto permitió la formación de gotas de tamaño uniforme.

La aplicación de paclobutrazol se realizó cuando las plántulas tuvieron cuatro hojas verdaderas, y al momento en que éstas no mostraron gotas de agua sobre su superficie, procediendo al aislamiento de aquéllas al aplicar el PBZ, mediante barreras de cristal (contenedores) de tamaño 70 x 70 cm, evitando contaminar el resto de las unidades experimentales, las cuales constaron de 30 plántulas y bajo la estructura de

un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, el cual se representa por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = media poblacional

α_i = efecto del i-ésimo tratamientos.

β_j = efecto del j-ésimo bloque o repetición.

ε_{ij} = Variación no explicada por el modelo ó residual.

La altura se midió desde la base del tallo hasta la parte apical del mismo y los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS Institute, 1985, mediante el procedimiento PROC GLM, haciendo la comparación de medias a través de la prueba de Duncan (P=0.05).

VII. RESULTADOS

El análisis de varianza (cuadro 1) muestra los resultados para altura de plantas de chile bell puede observarse que las dosis de paclobutrazol no mostraron significancia ($P > .05$) para altura de la planta.

Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile bell, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>Prob.>F</i>
Dosis de paclobutrazol	6	21.66176190	3.61029365	0.1424
Repeticiones	2	3.44875238	1.72457614	0.4099
Error	12	21.51798095	1.79316508	
Total	20	46.62849524		

FV = Fuente de Variación; GL = Grados de Libertad; CS = Suma de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; Prob. > F = Significancia de F.

En el cuadro 2 son presentados los resultados del ANVA para altura de plántulas del chile anaheim como consecuencia de la aplicación de diferentes niveles de Paclobutrazol. Puede observarse que la altura de las plántulas no se vio afectada estadísticamente ($P > 0.5$) debido al efecto de los tratamientos utilizados. Contrariamente las dosis de paclobutrazol aplicadas mostraron ser estadísticamente diferentes ($P < 0.5$) en cuanto a su efecto en altura de planta de chile jalapeño.

Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile anaheim, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>Prob.>F</i>
Dosis de paclobutrazol	6	1.29158095	0.21526349	0.0835
Repeticiones	2	0.44845714	0.22422857	0.1152
Error	12	1.03407619	0.08617302	
Total	20	2.77411429		

FV = Fuente de Variación; GL = Grados de Libertad; CS = Suma de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; Prob. > F = Significancia de F.

Los cuadros 3 y 4 muestran los valores promedio de altura de plántulas de chiles jalapeños y bell, en ese orden. Puede verse que no obstante que las aplicaciones de diferentes dosis de paclobutrazol mostraron no ser estadísticamente diferentes de ($P > .05$) para altura de plantas en los cuadros ANVA (1 y 2) para los tipos bell y jalapeño, no obstante en los cuadros 3 y 4 se observaron tendencias de mayor altura proporcional al aumentar las concentraciones de dosis de este producto.

Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de plántulas de chile jalapeño, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>Prob.>F</i>
Dosis de paclobutrazol	6	5.96732381	0.99455397	0.0001
Repeticiones	2	0.36075238	0.18037619	0.0929
Error	12	0.74244762	0.06187063	
Total	20	7.07052381		

FV = Fuente de Variación; GL = Grados de Libertad; CS = Suma de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; Prob. > F = Significancia de F.

Cuadro 4. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile bell, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

Dosis de paclobutrazol (mg L ⁻¹)	Altura de chile bell	Clasificación estadística
100	10.2	a b
150	9.5	a b
200	8.1	b
250	10.9	a
300	10.7	a
350	11.3	a
Testigo	10.8	a

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una $P \leq 0.05$.

En chile anaheim (Cuadro 5) el promedio general alcanzó un valor de 6.2 cm, y la $S=0.3$ cm y, por tanto, el $CV=5$ %; en tanto que en chile jalapeño, la media general tuvo un valor de 5.5 cm, la $S=0.2$ cm y el $CV=4$ %.

Cuadro 5. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile anaheim, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

Dosis de paclobutrazol (mg L ⁻¹)	Altura de chile anaheim	Clasificación estadística
100	6.3	a b
150	6.5	a
200	5.7	b
250	6.5	a
300	6.1	a b
350	6.2	a b
Testigo	6.1	a b

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una $P \leq 0.05$.

En el cuadro 6 son presentados los valores promedio de altura de la planta de chile jalapeño como consecuencia de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol. En este puede apreciarse que los valores promedios más bajos (4.6, 5.0 y 5.2) se obtuvieron con aplicaciones (100, 150 y 200 mg L⁻¹). Valores intermedios para altura de planta en jalapeño (5.4 y 5.9) ocurrieron con aplicaciones de (250 y 300 mg L⁻¹) de paclobutrazol. Los valores más altos de planta de jalapeño (5.9 y 6.2) corresponden a las dosis aplicadas de (300 y 350 mg L⁻¹), respectivamente.

Cuadro 6. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile jalapeño, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

Dosis de paclobutrazol (mg L ⁻¹)	Altura de chile jalapeño	Clasificación estadística
100	4.6	c
150	5.0	b c
200	5.2	b
250	5.4	a
300	5.9	a
350	6.2	a
Testigo	5.3	b

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una $P \leq 0.05$.

Los cuadros 7 y 8 refieren los análisis de varianza para la altura de plántulas de chile serrano y caribe, y en ellos se denotan diferencias altamente significativas entre las dosis de paclobutrazol en relación al efecto que indujeron en la altura de ambos tipos de plántulas.

En plántulas de chile serrano, la media general en altura fue de 6.0 cm, alrededor de la cual los valores individuales en promedio se desviaron 0.5 cm, lo que a su vez representó el 8 % de la media referida. En cambio, en plántulas de chile caribe la media general en altura alcanzó un valor de 6.4 cm, la desviación promedio

individual en relación a la media fue de 0.2 cm, lo que representó el 3 % de la citada media.

Los cuadros 7 y 8 son presentados los resultados de ANVA para altura de plántulas de tipo de chile serrano y caribe según se observa, las aplicaciones de diferentes dosis de paclobutrazol mostraron ser altamente diferentes ($P < .05$) en ambos ANVA 7 y 8 para altura de plántulas para serrano y caribe, respectivamente. Continuando con los mismos cuadros se observa que las repeticiones como fuente de variación resultaron también ser estadísticamente diferentes.

Cuadro 7. Análisis de varianza de los datos de altura lograda por plántulas de chile serrano, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

FV	GL	SC	CM	Prob.>F
Dosis de paclobutrazol	6	13.21392381	2.20232063	0.0005
Repeticiones	2	2.04345714	1.02172855	0.0399
Error	12	2.69767619	0.22480635	
Total	20	17.95505714		

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una $P \leq 0.05$.

Además las magnitudes de los valores de los coeficientes de determinación ($r^2 = 0.73$ y $r^2 = 0.88$) sugieren que los modelos probabilísticos utilizados en los análisis para los tipo serrano y caribe, permitieron explicar la altura de las plántulas de manera razonablemente altas.

Cuadro 8. Análisis de varianza de los datos de altura lograda por plántulas de chile caribe, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

FV	GL	SC	CM	Prob.>F
Dosis de paclobutrazol	6	4.49326667	0.74887778	0.0005
Repeticiones	2	0.28000952	0.14000476	0.0207
Error	12	0.30799048	0.02566587	
Total	20	5.08126667		

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una $P \leq 0.05$.

Las diferencias que indicaron los análisis de varianza, fueron corroboradas a través de la prueba de Duncan, comparando los promedios de altura que se pueden observar en el Cuadro 9 , en donde se puede notar que las dosis de 100 y 200 mg L⁻¹ fueron más eficaces para retardar el crecimiento en altura de las plántulas de chile serrano; sin embargo, la eficacia de dichas dosis fue similar a la producida por 150 mg L⁻¹, aunque la altura de plántulas tratadas con las tres dosis referidas fue igual a la que alcanzaron las plántulas testigo, y éstas últimas y las que recibieron 150 mg L⁻¹ también tuvieron altura similar a la de aquéllas en que fueron aplicados 250 mg L⁻¹. La mayor altura fue observada en las plántulas tratadas con 300 ó 350 mg L⁻¹, pero ésta fue igual a la que alcanzaron las que recibieron 250 mg L⁻¹.

En plántulas de chile serrano, la media general en altura fue de 6.0 cm, alrededor de la cual los valores individuales en promedio se desviaron 0.5 cm, lo que a su vez representó el 8 % de la media referida. En cambio, en plántulas de chile caribe la media general en altura alcanzó un valor de 6.4 cm; la desviación promedio individual en relación a la media fue de 0.2 cm, lo que representó el 3 % de la citada media.

Cuadro 9. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile serrano, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol.

Dosis de paclobutrazol (mg L ⁻¹)	Altura de chile serrano	Clasificación estadística
100	5.1	c
150	5.7	b c
200	5.0	c
250	6.4	a b
300	7.3	a
350	6.9	a
Testigo absoluto	5.9	bc

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una P≤0.05.

En chile caribe, las plántulas que más retardaron su crecimiento; es decir, las de menor altura, fueron las tratadas con 250 mg L⁻¹ de paclobutrazol, en tanto que las que recibieron 350 mg L⁻¹ expresaron la mayor altura Cuadro 10.

Cuadro 10. Clasificación estadística de los promedios en altura de plántulas de chile caribe, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol

Dosis de paclobutrazol (mg L ⁻¹)	Altura de chile caribe	Clasificación estadística
100	6.2	c d
150	6.4	b c
200	6.0	d
250	5.6	e
300	6.6	b
350	7.2	a
Testigo	6.5	b c

Medias con la misma letra en la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Duncan con una P≤0.05.

Con una altura superior a las más bajas, estuvieron las plántulas en que fueron aplicadas 200 mg L^{-1} , las que a su vez no difirieron de aquéllas tratadas con 100 mg L^{-1} , y la altura de estas últimas fue igual a la que lograron las plántulas tratadas con 150 mg L^{-1} , incluso a la de las plántulas testigo. Aunque las plántulas con 150 mg L^{-1} y las testigo tuvieron altura igual a la que expresaron las tratadas con 300 mg L^{-1} .

VIII. DISCUSIÓN

Los resultados publicados por Roberts y Hooley (1988) en relación a el efecto del paclobutrazol como regulador del crecimiento de plantas, coinciden con los obtenidos en esta investigación, ya que dicha sustancia mostró la propiedad de ejercer influencia en el crecimiento de las plántulas de los cinco cultivares de chile, retardando el crecimiento en chile bell y anaheim al utilizar dosis de 200 mg L⁻¹; en jalapeño la acción retardante fue con 100 ppm; en serrano con 100 ó 200 mg L⁻¹; y en caribe con aplicaciones de 200 ó 250 mg L⁻¹. Asimismo, incrementándolo en plántulas de chile jalapeño mediante las dosis de 250, 300 ó 350 mg L⁻¹; en chile serrano aplicando dosis de 300 ó 350 mg L⁻¹; y en chile caribe con 350 mg L⁻¹.

En las plántulas de cada cultivar no se observaron malformaciones en tallos o en hojas, esto es coincidente con lo informado por Rojas y Rovalo (1985), quienes mencionan que los retardantes de crecimiento disponibles en el mercado, son compuestos orgánicos sintéticos que retrasan la división y alargamiento celular en tejidos de brote en crecimiento activo, sin provocar malformaciones en los tallos o en las hojas: asimismo, con lo reportado por Villegas y Lozoya (1991), estos autores encontraron que el paclobutrazol inhibió el crecimiento de las plantas de Noche Buena, sin detrimento en el aspecto o en la diferenciación floral.

La obtención de plántulas con menor altura (más compactas en el presente estudio) relación a las plántulas testigo, coincide con los resultados obtenidos por Mariscal *et al.* (1992), quienes encontraron que el paclobutrazol retardó el crecimiento del tallo en hortensia, en dosis de 50 mL L⁻¹ aplicados al follaje en el cultivar Rose Supreme; asimismo, mediante dos aplicaciones foliares de 50 mg L⁻¹ de paclobutrazol

controlaron el alargamiento del tallo, produciendo plantas de menor altura en relación a plantas no tratadas. (Grupo testigo)

Los resultados de esta investigación coinciden también con los hallazgos de Partida *et al.* (2005), quienes observaron que la aplicación de 100, 150 ó 200 mg L⁻¹ de paclobutrazol retardó el crecimiento en altura de plántulas de tomate al compararse con el testigo, mientras que con 250, 300 ó 350 mg L⁻¹ la altura incrementó, cuando el agroquímico fue aplicado al follaje de plántulas con dos hojas verdaderas.

La eficacia del paclobutrazol para regular el alargamiento del tallo en las plántulas de los cinco cultivares de Chile, coincide con lo señalado por Sterret (1985) y McDaniel (1986), quienes encontraron que si el paclobutrazol mostró ser efectivo en controlar la tasa de crecimiento en una amplia gama de cultivares; coincidiendo además con Manssur y Poole (1987, Barret y Nell (1989), Luang y Blessington (1990), quienes destacan que el paclobutrazol es efectivo en la reducción de la elongación del tallo en muchas especies.

IX. CONCLUSIONES

1. A través de las dosis de 100, 150 ó 200 mg L⁻¹, el paclobutrazol tuvo un significativo efecto retardante en el crecimiento en altura de plántulas de chile bell, anaheim, jalapeño y caribe, pero con las dosis más altas ocasionó un efecto inverso en chile jalapeño, serrano y caribe en relación a las plántulas testigo.
2. La dosis de 200 mg L⁻¹ fue la más adecuada para retardar el crecimiento en plántulas de chile bell y anaheim; en chile jalapeño fue la de 100 mg L⁻¹; en serrano fueron las de 100 y 200 mg L⁻¹ y en caribe fueron las de 200 y 250 mg L⁻¹.
3. Las dosis de 250, 300 y 350 mg L⁻¹ fueron las que indujeron aumento del crecimiento en plántulas de chile jalapeño; las de 300 y 350 mg L⁻¹ en serrano y la de 350 mg L⁻¹ en caribe.

X. LITERATURA CITADA

- Almaguer V., G. y Rodríguez A. J. 1992. Efecto de nutrimentos y paclobutrazol en el crecimiento vegetativo y reproductivo de durazno en huerto-vivero. Revista Fitotecnia Mexicana 15:178-184.
- Arellano C., L., Peña L. y Flores R. J. 1992. Control químico en la altura del lisianthus (*Eustoma grandiflorum* G.) para su producción en maceta. Revista Chapingo 78:14-18.
- Bailey, D. A., Weiler, T. C., and Kirk, T. I. 1986. Chemical stimulation of floral initiation in florists hydrangea. HortScience 21(2):256-257.
- Barrett, J. E., and Bartuska C. A. 1982. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. HortScience 17:737-738.
- Barrett, J. E., and Nell T. A. 1989. Efficacy and phytotoxicity of paclobutrazol and XE-1019 on vinca. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100:382-383.
- Burch, P. L., Wells R. H., and Kline W. N. 1996. Red maple and silver maple growth evaluated 10 years after application of paclobutrazol tree growth regulator. Journal Arboriculture 22:61.66.
- Campbell, G. M. 1976. Effect of ethephon and SADH on quality of clipped and non-clipped tomato transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(6):648-651.
- Casper, J. A., and Taylor B. H. 1989. Growth and development of young 'Loring' peach trees after foliar sprays of paclobutrazol and GA3. HortScience 24:240-242.

- Clouse, S. D., and Sasse J. M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49:427-451.
- Corr, B. E., and Widmer R. E. 1991. paclobutrazol, gibberellic acid, and rhizome size affect growth and flowering of *Zantedeschia*. *HortScience* 26(2): 133-135.
- Dalziel, J., and Lawrence, D.K. 1984. Biochemical and biological effects of Kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. *Brit. Plant Growth Regulat. Group, Monogr.* 11 p.
- Davis, T. D. Walser R., and Williams, C. F. 1988. Reserve effects of growth retardants. *Greenhouse Grower* 6(8):29, 31.
- De Jesús L., J. E. 2004. Respuesta de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a los reguladores de crecimiento paclobutrazol y giberelina. Tesis Profesional, Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México. 66 p.
- Early, J. D., and Martin G. C. 1988: Translocation and breakdown of ¹⁴C-labelled paclobutrazol in Nemaguard peach seedlings. *HortScience* 23:196-200.
- Erez, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and paclobutrazol. *Acta hort.* 146: 1235-1241.
- Freeborg, R. P., and Daniel, W. H. 1981. Growth regulation of roadside tall fescue. *Proc. Plant Growth Regulat. Working Group* 8:95-96.
- Giafagna, T. J., and Wulster G.J. 1986. Comparative effects of ancymidol and paclobutrazol on Easter lily. *HortScience* 21(6): 463-464.

- Goulston, G. H., and Shearing S. J. 1985. Review of the effects of paclobutrazol on ornamental pot plants. *Act. Hort.* 167: 339-348.
- Hamada, M., Hosoki T. and, Maeda T. 1990. Shoot length control of tree peony (*paemonia suffruticosa*) with uniconazole and paclobutrazol. *HortScience* 25(2): 198.200.
- Hickman, G. W., Perry E. J., Mullen R. J., and Smith R. 1989. Growth regulator controls tomato transplant height. *California Agriculture* 43(5):19-20.
- Keever, G. J., Foster W. J., and Stephenson J. C. 1990. Paclobutrazol inhibits growth of woody landscape plants. *Journal Environment Horticulture* 8: 41-47.
- Keever, G. J., and McGuire J. A. 1991. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, AL 36840, USA. Hights of agricultural research, Alabama Agricultural Experiment Station. 38:3-16.
- Krishnamoorthy, H. N. 1981. *Plant Growth Substances. Including Applications in Agriculture.* Editorial McGraw-Hill Publishing Company Limited, USA. 214 P.
- LeCain, D. R., Schekel K. A., and Walple, R. L. 1986. Growth retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. *HortScience* 21:1150-1152.
- Liyembani, S., and Taylor B. H. 1989. Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. *HortScience* 24:65-68.
- Looney, N. E., and McKeellar J. E. 1987. Effect of foliar- and soil-applied paclobutrazol on vegetative growth and fruit quality of sweet cherries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:71-76.

- Lorenz, O. A., and Maynard D. N. 1988. Knott's for Vegetables Growers. Third Edition. John Wiley and Sons, New York, N. Y. PP 23-26.
- Lozoya S., H. 1992. Inhibidores de crecimiento para margarita (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) en maceta. I. Alar y Cycocel. Revista Chapingo 78:20-23.
- Mansour, H. A., and Poole R. T. 1987. Trials with growth retardant on ornamental foliage plants. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100:375-378.
- Mariscal A., E., Lozoya S. H. y Colinas L. M. T. 1992. Efecto del paclobutrazol (PP333, bonzo) sobre el crecimiento y floración de hortensia (*Hydrangea macrophylla* Thunb). Revista Chapingo 78:11-13.
- Maroto B., J. V. 2000. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 359.
- McDaniel, G. L. 1983. Growth retardation activity of paclobutrazol on chrysanthemum. HortScience 18:199-200.
- McDaniel, G. L. 1986. Comparison of paclobutrazol, flurprimidol, and tetcyclacis for controlling poinsettia height. HortScience 21:1161-1163.
- Mcdaniel, G. L. 1990. Postharvest high suppression of potted tulips with paclobutrazol. HortScience 25(2):212-214.
- Mitchell, J. W., Ezell, B. D. and, Wilcox, M. 1949. Effect of p-chlorophenoxyacetic acid on the vitamin C content of snap beans following harvest. Science 109:202-203.

- Moore, T. M., and Schekel, K. A. 1985. GA₃ temporary reversal of growth retarding effects of paclobutrazol (PP333) on marigold 'First Landy' seedlings. HortScience 20:126. (Abstr.).
- Nitsch, J. T. 1957. Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70:512-525.
- Partida R., L., Velázquez A. T. J., Acosta V. B., Díaz V. T. y Mena P. J. A. 2004. Manejo del crecimiento de plántulas de tomate con paclobutrazol aplicado en tres etapas fenológicas bajo malla sombra. *In*: Memorias del VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C., México. pp.175-178.
- Partida R., L., Velázquez A. T. J., Acosta V. B., Díaz V. T. y Low L. J. C. 2005. Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plántulas de tomate. Cidefruta, A. C. 1: 15-19.
- Partida R., L., Velázquez A. T. J., Acosta V. B., Ayala T. F., Díaz V. T., Inzunza C. J. F. y Cruz O. J. E. 2007. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. Revista Fitotecnia Mexicana 30: 145-149.
- Pisarczyk, J. M., and Splittstoesser, W. E. 1979. Controlling Tomatoe Transplants Height with Chlormequat, Daminozide and Etephon. J Amer. Soc. Hort. Sci. 104(3):342-344.
- Quinlan, J. D., and Webster A. D. 1982. Effects of the growth retardant PP333 on the growth of plums and cherries. XXI ISHS intl. Hort. Congr., Hamburg, F.R.G (abstr. 1071.).

- Ramírez M., J. y Vázquez R. F. 1991. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A. C. IV Congreso Nacional, del 18 al 23 de agosto. INIFAP, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 150 p.
- Rojas G., M. 1982. Manual Teórico-Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Editorial Limusa. 116 p.
- Rojas G., M. y Ramírez H. 1991. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas, Fisiología-Tecnología Experimentación. Editorial Limusa. 239 p.
- Rojas G., M. y Rovalo M. 1985. Fisiología Vegetal Aplicada. Tercera Edición. Ed. McGraw-Hill. México, D. F. 302 p.
- Romero V., J. y Low L. J. C. 2004. Efecto del paclobutrazol en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis Profesional, Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México. 65 p.
- Ruter, J. M. 1994. Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. HortScience 29: 1318-1320.
- Sanderson, K. C., Martin, Jr. W. C., and McGuire J. 1988. Comparison of paclobutrazol tablets, drenches, gels, capsules, and sprays on Chrysanthemum growth. HortScience 23(6): 1008-1009.
- Shanks, J. B. 1980. Chemical dwarfing of several ornamental greenhouse crops with PP333. Proc. Plant Growth Regulat. Working Group 7:46-51.

SIAP (Servicio de Información Estadística y Pesquera) de la SAGARPA. 2003. Análisis del jitomate. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/infomer/analisis/antomate.html> [En línea]. Fecha de consulta: 20 de abril de 2003.

Snir, I. 1988. Influence of paclobutrazol in vitro growth of sweet cherry shoots. HortScience 23(2):304-305.

Sterret, J. P. 1985. Paclobutrazol: A promising growth inhibitor for injection into woody plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:4-8.

Sterrett, J. P. 1988. XE-1019: plant response, traslocation, and metabolism. J. plant Growth Regulat. 7:19-26.

Swietlik, D., and Miller S. S. 1983. The effect of paclobutrazol on growth and response to water stress of apple seedlings. Journal American Society Horticulture Science 108: 1076-1080.

Tadao, A., Kin M. Y., Nagata N., Yamagishi K., Takatsuto S., Fujioka S. Murofushi N. Yamaguchi I., and Yoshida S. 2000. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. Plant Physiology 123 (1):93-99.

Tjia, B. 1987. Growth regulator effect on growth and flowering of *Zantedeschia rehmannii* Hyb. HortScience 22:507-508.

Velázquez A., T de J., Partida R. L., Acosta V. B., López M. M., Sánchez M. J. y Méndez P. P. 2003. Respuesta de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a los reguladores de crecimiento paclobutrazol y giberelina. In: Memorias del VI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C., México. Pp.189-195.

- Velázquez A., T. J., Partida R. L., Acosta V. B. y Díaz V. T. 2004. Efecto del Paclobutrazol en el Crecimiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: Memorias del VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C., México. pp.152-158.
- Villegas T., O. y Lozoya S. H. 1991. Efecto del paclobutrazol (PBZ) sobre nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* W.) cultivar Gutbier V-10, bajo condiciones de invernadero en Chapingo, México. Revista Chapingo 73-74: 77-80.
- Wample, R. L., and Culver E. B. 1983. The influence of paclobutrazol, a new growth regulator, on sunflowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci 108:122-125.
- Wang, S. Y., Sun T., and Faust M. 1986. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. Plant Physiol. 82:11-14.
- Wang, Y. T. 1989. Control growth of *Hibiscus* by treating unrooted cuttings and potted plants with uniconazole and paclobutrazol. ASHS 1989 Annu. Mtg., Tulsa, Okla., Prog. & Abstr. P.129.
- Wang, Y. T., and Blessington T. M. 1990. Effect of paclobutrazol and uniconazole on growth of four tropical foliage species. HortScience 25:202-204.
- Wareing, P. F., and Phillips I. D. J. 1981. Growth and Differentiation in Plants. Pergamon Press. 343 p.
- Watson, G. W. 1996. Tree root system enhancement with paclobutrazol. Journal Arboriculture 22:211-217.

- Watson, G. 2001. Soil applied paclobutrazol affects root growth, shoot growth and water potential of American elm seedlings. *Journal Environment Horticulture* 19: 119-122.
- Watson, G. 2004. Effect of transplanting and paclobutrazol on root growth of “green column” black maple and summit green ash. *Journal Environment Horticulture* 22 (4): 209-212.
- Weaver, R. J. 1984. *Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura*. Editorial Trillas, México, D. F. 622 p.
- Webster, A. D., Quinlin, J. D., and Richardson, P. J. 1986. The influence of paclobutrazol on the growth and cropping of sweet cherry cultivars. I. The effect of annual soil treatment on the growth and cropping of cv. Early Rivers. *J. Hort. Sci.* 61:471-478.
- Webster, A., and Quinlan J. D. (1984). Chemical control of shoot growth of sweet cherry. *Annu. Rpt. East Malling Sta.* p. 202-203.
- Wilfret, G. J. 1978. Height regulation of poinsettia with a growth retardant incorporated in the soil medium. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* 91: 220-222.
- Wilfret, G. J. 1981. Height retardation of poinsettia with ICI-PP-333. *HortScience* 16(3):443. (Abstr).
- Wilkinson, R. I., and Richards, D. 1988. Influence of paclobutrazol on growth and flowering of *Camellia x williamsii*. *HortScience* 23(2):359-360.
- Williams, M. W. 1984. Use of bioregulators to control vegetative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. *Acta Hort.* 146: 97-104.

Wittwer, S. H., and Teubner, F. G. 1956. Cold exposure of tomato seedlings and flower formation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67:369-376.

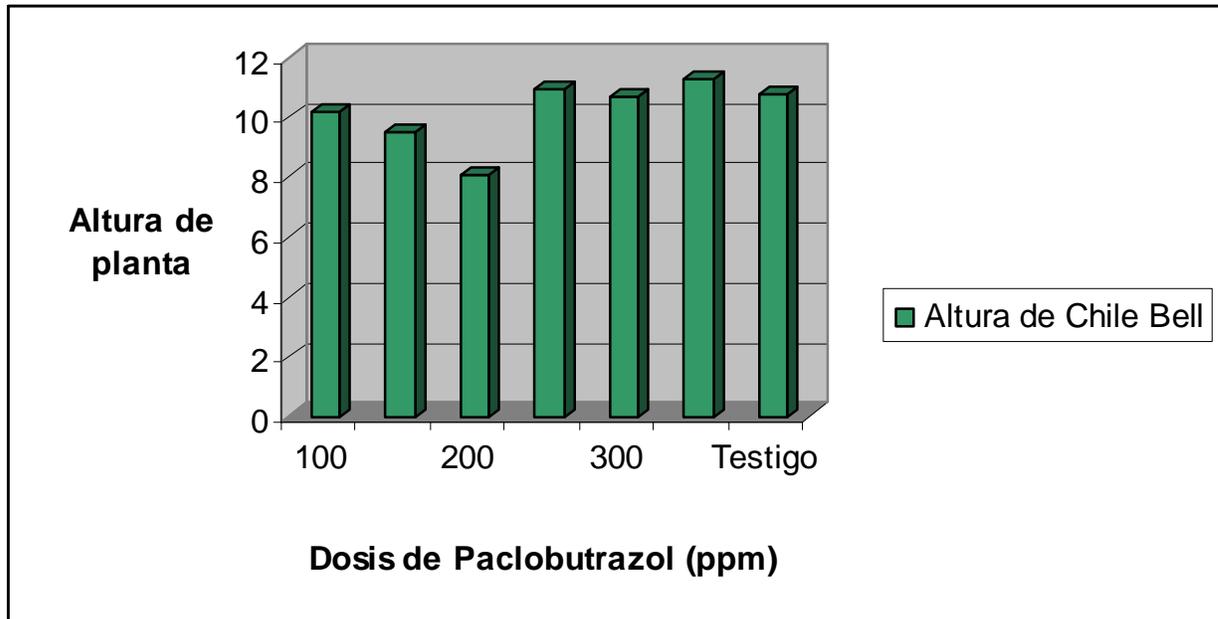
Wittwer, S. H., and Tolbert, N. E. 1960. (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances, III: Effect on growth and flowering of the tomato. *Amer. Jour. Bot.* 47:560-565.

Wood, B. W. 1988. Paclobutrazol suppresses vegetative growth of large pecan trees. *HortScience* 23(2):341-343.

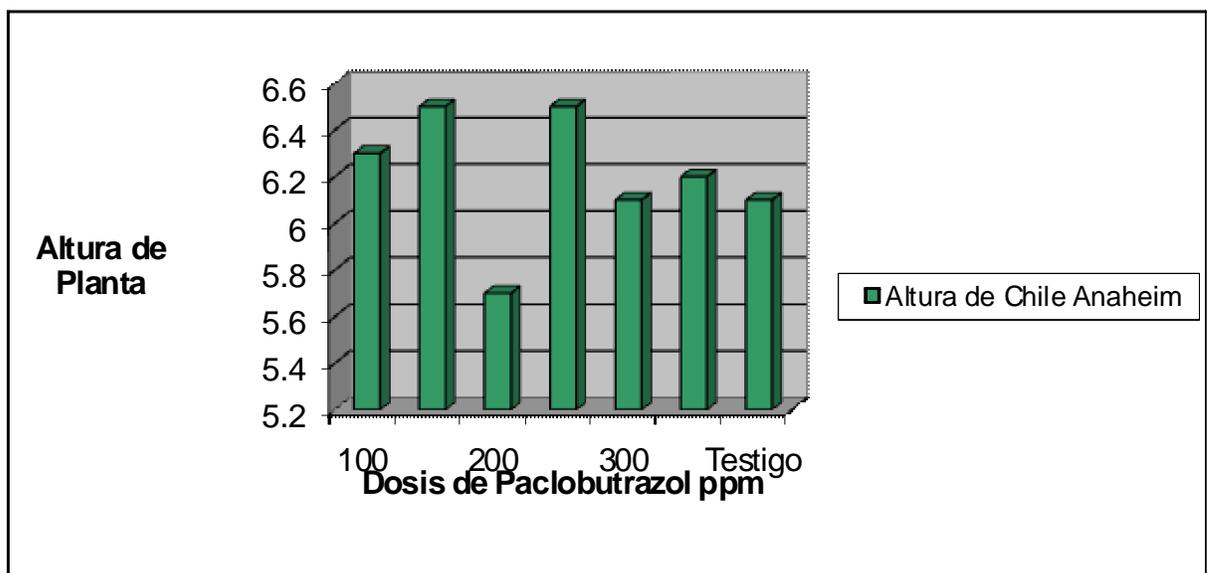
Yokota, T. 1997. The structure, biosynthesis, and function of brassinosteroids. *Trends Plant Sci.* 2:137-143.

XI. APÉNDICE

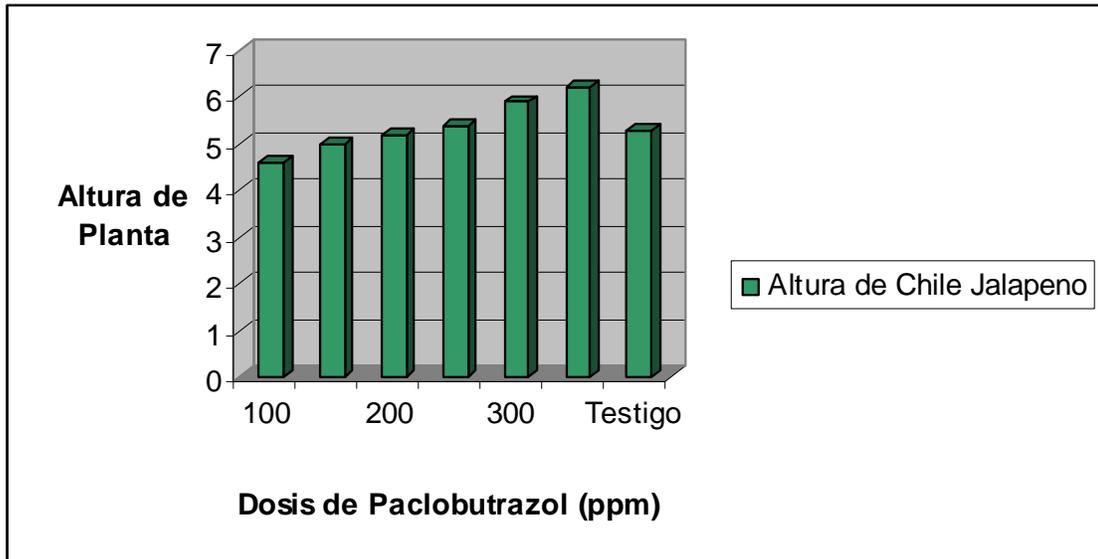
Grafica 1. Comportamiento de la altura de plántulas de chile bell tratadas con diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003.



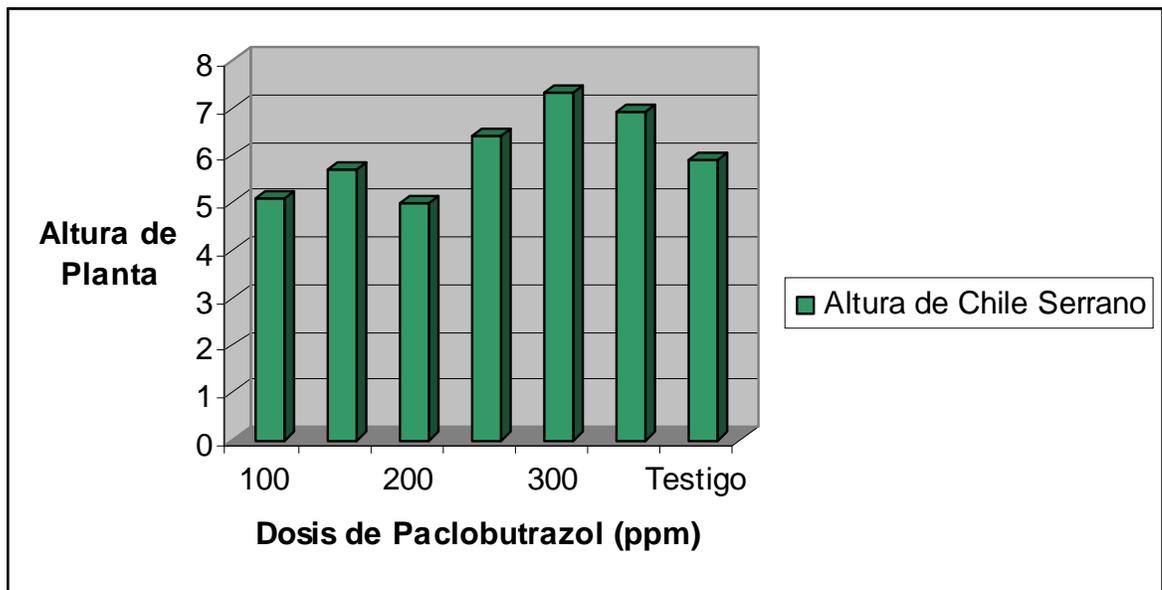
Grafica 2. Comportamiento de la altura de plántulas de chile anaheim tratadas con diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003.



Grafica 3. Comportamiento de la altura de plántulas de chile jalapeño tratadas con diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS, 2003.



Grafica 4. Comportamiento la altura de plántulas de chile serrano tratadas con de diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS. 2003.



Grafica 5. . Comportamiento de la altura de plántulas de chile caribe tratadas con diferentes dosis de paclobutrazol. Facultad de Agronomía, UAS. 2003.

