

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**Instituto de Ciencias Agrícolas**  
**Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias**



**EVALUACIÓN EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE INJERTADO CON  
APLICACIONES DE PACLOBUTRAZOL**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PRESENTA:**

**RAÚL NUÑO MORENO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. ALEJANDRO MANELIK GARCÍA LÓPEZ**

**EJIDO NUEVO LEON, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.**

**JUNIO DE 2015.**

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:

**DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California. 8 de junio de 2015.

---

Dr. Alejandro Manelik García López  
Director de Tesis

---

Dr. Roberto Soto Ortiz  
Secretario

---

Dr. Manuel Cruz Villegas  
Sinodal

---

Dr. Agustín Zarate Márquez  
Sinodal

---

Dra. María Isabel Escobosa García  
Sinodal

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Ciencias Agrícolas por brindar un estudio de calidad.

Mi más sincero reconocimiento y gratitud a los maestros: Dr. Alejandro Manelik García López, Dr. Roberto Soto Ortiz, Manuel Cruz Villegas, Dr. Agustín Zarate Márquez y la Dra. María Isabel Escobosa García. Agradezco también a todas las personas que colaboraron por en los trabajos de campo así como su apoyo moral que siempre me han brindado.

## DEDICATORIA

A mi esposa:

María Guadalupe Vásquez Tello  
Por su gran amor, compañerismo y apoyo en  
toda nuestra vida.

Con mi amor y cariño a mis hijos:  
Xudith, Edith, Raúl y Ramón

A mis amigos:

Por su amistad brindada en todo momento.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Generalidades del paclobutrazol.....	3
2.2 Mecanismo de acción del paclobutrazol como retardante de crecimiento.....	4
2.3 Efectos de aplicación de retardantes de crecimiento.....	5
2.4 Efectos de inhibidores de crecimiento en la floración.....	8
2.5 Efectos del paclobutrazol en contenido de clorofila.....	9
2.6 Generalidades del tomate.....	10
2.6.1 Planta de tomate injertada.....	10
2.7 Sistema de cultivo en bolsas de polietileno (plástico).....	11
2.8 Sustrato piedra volcánica tezontle.....	11
2.9 Fertilización (solución nutritiva).....	12
2.10 Condiciones ambientales en invernadero.....	13
2.10.1 Temperatura.....	13
2.10.2 Humedad relativa.....	13
2.10.4 Viento.....	13
2.10.5 Volumen de aire.....	13
<b>2.1 Bibliografía citada.....</b>	<b>14</b>

### III. ARTICULOS PUBLICADOS

3.1 Evaluación en rendimiento de tomate injertado con aplicaciones de Paclobutrazol.....	22
3.2. Calidad de tomate tratado con paclobutrazol en precosecha.....	30

### IV. CONCLUSIONES..... 43

### V. ANEXOS

5.1 Cuadro 1. Cantidad de fertilizantes utilizados para 1000 litros de solución nutritiva en tomate indeterminado en invernadero.....	12
5.2 Cuadro 2. Análisis de varianza de datos de peso por fruto en híbridos Indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.....	44
5.3 Cuadro 3. Clasificación estadística promedios en peso de fruto (gr) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.....	44
5.4 Cuadro 4. Análisis de varianza de datos de peso por racimo en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.....	45
5.5 Cuadro 5. Clasificación estadística de promedios en peso por racimo (gr) de planta hibrida indeterminada de tomate injertado, bajo condiciones de ambiente controlado.....	45

5.6 Cuadro 6. Análisis de varianza de datos para rendimiento total (kg) por planta híbrida indeterminada de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.....	46
5.7 Cuadro 7. Clasificación estadística de promedios para rendimiento total de frutos (kg) por planta de híbridos indeterminados de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.....	46
5.8 Cuadro 8. Análisis de varianza de datos para diámetro horizontal de frutos en plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.....	47
5.9 Cuadro 9. Clasificación estadística de promedios para diámetro horizontal de fruto (cm) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.....	47
5.10 Cuadro 10. Análisis de varianza de datos de diámetro vertical de fruto en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.....	48
5.11 Cuadro 11. Clasificación estadística de los promedios para diámetro vertical de fruto (cm) de planta híbrida indeterminada de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.....	48
5.12 Cuadro 12. Análisis de varianza de datos para contenido de SST en frutos de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de	

ambiente controlado.....	49
5.13 Cuadro 13. Clasificación estadística de promedios para contenido SST en frutos (°Brix) en plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.....	49
5.14 Datos de variable peso de fruto.....	50
5.15 Datos de variable de peso por racimo.....	51
5.16 Datos de variable rendimiento total por planta.....	52
5.17 Datos de variable diámetro horizontal.....	53
5.18 Datos de variable diámetro vertical .....	54
5.19 Datos de la variable sólidos solubles totales.....	55



## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de aplicaciones de paclobutrazol (PBZ) en producción y calidad en tomate injertado (*Solanum lycopersicum*) variedad El Cid y porta injerto Multifor, en un sistema hidropónico, bajo condiciones de invernadero y estimar el efecto de respuesta de los tratamientos planteados.

Las variables estudiadas fueron: peso de fruto, peso de racimos, rendimiento total por planta y SST de frutos. El trasplante fue hecho el 23 de septiembre de 2010, en bolsas de plástico con sustrato de piedra volcánica tezontle. Cada unidad experimental consto de 16 plantas incluyendo el testigo. El análisis estadístico fue bajo un diseño de bloques completos al azar y comparación de medias con la prueba DMS 0.05, analizado con el programa estadístico FAUNL versión 2.5.

Los tratamientos fueron (testigo), 75,150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. Cada dosis se aplicó foliarmente con atomizador 20 días después de trasplante, con cuatro hojas verdaderas y 40 cm de altura, población de 1.4 plantas por m<sup>2</sup>.

El peso por fruto, peso por racimo, peso total, diámetro vertical y horizontal mostraron incrementos con dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. En SST, el testigo obtuvo nivel en 10.1, 8.65 y 6.45% mayor que las dosis de 75, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ.

Se analizó la calidad de tomate injertado tipo saladette variedad El Cid (Harris Moran) bajo condiciones de mercadeo (20 °C ±2, 85 % HR) con aplicaciones de cuatro dosis de paclobutrazol (PBZ, Austar<sup>®</sup>) en precosecha (0, 75, 150 y 225 ppm) con el objetivo de evaluar los cambios en la pérdida de peso, firmeza, pH, acidez, sólidos solubles totales (sst) y contenido de ácido ascórbico por 9 días de almacenamiento. La pérdida de peso fue menor en las dosis de 150 y 225 ppm y en todas las dosis ésta variable se comportó de manera cuadrática. En la firmeza, sólo la dosis de 225 ppm mantuvo una mejor turgencia por 6 días de almacenamiento. De manera general la aplicación de PBZ no modificó la concentración y comportamiento del pH, acidez, sst y concentración de ácido

ascórbico. La aplicación en precosecha de PBZ en tomate mejora las características de pérdida de peso y firmeza sin afectar su calidad química.

**Palabras clave:** rendimiento, paclobutrazol, giberelinas, inhibición.

### ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of paclobutrazol (PBZ) applications in production and quality of grafted tomato (*Solanum lycopersicum*) variety El Cid and porta grafting Multifor, a hydroponic, under greenhouse conditions system and estimate the effect of response of the proposed treatments.

The variables studied were: weight of fruit, weight of bunches, total yield per plant and SST of fruits. The transplant was done on September 23 2010, in plastic bags with lava stone volcanic rock substrate. Each experimental unit had 16 plants including the witness. Statistical analysis was under a complete block design randomized and comparison with test DMS 0.05, analyzed with the statistical program FAUNL version 2.5.

The treatments were (witness), 75,150 and 225 mg L<sup>-1</sup> of PBZ. Each dose was applied foliar spray 20 days after transplantation, with four true leaves and 40 cm high, population of 1.4 plants per m<sup>2</sup>. Weight per fruit, weight per bunch, total weight, horizontal and vertical diameter showed increases with dose of 75 mg L<sup>-1</sup> of PBZ. In SST witness obtained level in 10.1, 8.65 and 6.45% higher than doses of 75, 150 and 225 mg L<sup>-1</sup> of PBZ.

Discussed the quality of grafted tomatoes saladette range El Cid (Harris Moran) under conditions of marketing (20 °C ±2, 85% HR) with four doses of paclobutrazol (PBZ, Austar ®) applications in pre-harvest (0, 75, 150 and 225 ppm) in order to assess changes in loss of weight, firmness, pH, acidity, solids total soluble (sst) and content of ascorbic acid for 9 days of storage. Weight loss was lower in doses of 150 and 225 ppm and at all doses this variable behaved quadratic. Firmness, only 225 ppm dose maintained a better turgor for 6 days of storage. Generally the application of PBZ did not alter concentration and behavior of pH, acidity, sst and

ascorbic acid concentration. PBZ pre-harvest in tomato application improves the characteristics of firmness and weight loss without affecting its chemical quality.

**Key words:** performance, paclobutrazol, gibberellins, inhibition.

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura en el valle de Mexicali, requiere una alternativa viable de cultivos e impulsar un cambio tecnológico en el establecimiento de cultivos hortícolas bajo ambiente controlado, planta injertada y aplicaciones de productos hormonales

A la fecha la región de San Quintín ubicada en el municipio de Ensenada, Baja California, cuenta con el 95.4% de superficie dedicada a la agricultura protegida, mientras Mexicali solo cuenta con el 1.8%.

El tomate rojo ha tomado una importancia dentro de las hortalizas producidas bajo condiciones de ambiente controlado en México, el tomate rojo es una opción viable en la reconversión de cultivos, por ser una hortaliza que se cotiza a buen precio además, los rendimientos superiores en 200% comparados con los rendimientos obtenidos en campo abierto.

La planta injertada en tomate es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta. El injerto se realiza acoplando un patrón que aporta el sistema radicular y el segundo una variedad comercial que es la parte foliar, proviniendo ambas de una misma especie como las solanáceas.

Los injertos son resistentes a enfermedades producidas por hongos del suelo, son inmunes o tolerantes a nematodos, dan mayor vigor a la planta, reduce el número de plantas por unidad de producción y no altera la calidad interna o externa del fruto. Es una alternativa viable para sustituir el bromuro de metilo utilizado en la esterilización de suelos infestados.

La aplicación de diversas hormonas y moduladores vegetales provocan diversas interacciones, una misma sustancia puede provocar muchas respuestas distintas dependiendo de la planta que la recibe, a distintos niveles: [bioquímico](#), [fisiológico](#) o [morfológico](#). El paclobutrazol actúa como un retardador del crecimiento, y, más específicamente, como un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas.

En base al planteamiento anterior los objetivos del presente estudio fueron: comparar la respuesta del cultivo tanto en producción, peso de fruto, peso por racimo, rendimiento total, diámetro horizontal, diámetro vertical de cuatro tratamientos (0, 75, 150 y 225 ppm) de PBZ aplicados al tomate injertado indeterminado.

La necesidad de investigar más acerca de la práctica del uso de reguladores de crecimiento que promueven la formación de tejidos firmes, incremento en la actividad fotosintética lo que mejora la formación de fotoasimilados con incrementos en rendimiento y calidad de la producción obtenida.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

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, fijación de frutos, la tuberización, la resistencia al frío, sequía y sales.

### 2.1 Generalidades del paclobutrazol.

Tadao *et al.*, (2001) explica que el paclobutrazol PBZ es un inhibidor activo de la biosíntesis del ácido giberélico. Reduciendo los niveles de giberelina endógena ( $AG_1$ ) en células libres del endospermo de Cucurbita máxima L. (Hadden y Graebe, 1955).

Azcon, (1993) sugiere que el PBZ interactúa con monooxigenasa del citocromo P450 al bloquear las oxidaciones sucesivas del ent-kaureno a ent-kaurenol, enkaurenal y ácido ent-kaurenico, dentro del ciclo del mevalonato, y de esta forma inhibe la síntesis de giberelina y la elongación celular. La estructura del paclobutrazol [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimopetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il)pentan-3-ol] es similar a la del brasinosteroide, que a su vez es una sustancia inductora de enanismos en tomate, chícharo y Arabidopsis, recientemente se clasifica como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1988).

Berona y Zlatev (2000), mencionan que en dosis de  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  aplicado al suelo o de  $25 \text{ mg L}^{-1}$  en aplicación foliar, el PBZ ha provocado que se reduzca la altura de plántulas, se aumente el grosor de tallo y el desarrollo de raíces, se mejore la actividad fotosintética, el balance hídrico y con ello la calidad de plántula para trasplante, acelerando la formación y cosecha de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) cv "Precador", sin dejar residuos de PBZ en los frutos. Semillas de tomate del cv. 'Sun 6108' que fueron humedecidas con soluciones hasta  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ, sin dejar residuos en el fruto ni disminuyo su tamaño, esto sugiere que

el remojo de semillas se considera un método promisorio en la aplicación de PBZ (Maganitsky et al., 2006). Como esta sustancia tiene altas residualidad en el suelo, puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de translocación a los frutos; no obstante, dicha residualidad ocurre cuando se hacen aplicaciones consecutivas (Osuna *et al.*, 2001).

## **2.2 Mecanismo de acción del paclobutrazol como retardante de crecimiento.**

Los retardantes de crecimiento (paclobutrazol, hidracida 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®), un potente inhibidor de biosíntesis de giberelinas, son absorbidos pasivamente a través de hojas, tallos y raíces, y son translocadas por el xilema hasta los puntos de crecimiento, donde inhiben la síntesis de giberelinas, impidiendo su acción en los meristemas subapicales (Early y Martin, 1988).

Rojas y Robalo (1985), indicaron que los retardantes de crecimiento actuales en el mercado, son compuestos orgánicos sintéticos, que retrasan la división y alargamiento celular en los 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 de 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 crecimiento del tallo y acortando los entrenudos (Weaver, 1984), sin provocar malformaciones en los tallos o en las hojas.

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 reducción del crecimiento, además se

manifiesta una estimulación de la producción de flores en algunas especies (Villegas y Lozoya, 1991).

### **2.3 Efectos de aplicación de retardantes de crecimiento.**

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

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

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.

Mariscal *et al.* (1992) encontraron que el paclobutrazol retardo la tasa de crecimiento del tallo en hortencia en dosis de 50 ml L<sup>-1</sup> aplicados al follaje en el cultivar de Rose supreme; asimismo, que mediante dos aplicaciones foliares de 50 ml L<sup>-1</sup> de paclobutrazol controlaron el alargamiento de tallo, produciendo plantas de menor altura (37 cm) que plantas no tratadas (50 cm).

El cloromequat es un producto antigibberelico, y uno de sus efectos típicos es aportar a la planta resistencia al estrés post trasplante, no obstante que induce tallos cortos y hojas pequeñas; su efecto protector no radica en estos cambios morfológicos sino en algunas acciones fisiológicas; asimismo, este regulador se canaliza para inducir al trigo, y en otros cereales de grano pequeño, un hábito de crecimiento corto, tallos gruesos y de mayor macollaje, incrementándose la resistencia a la sequía y frío (Rojas, 1984; Appezzato y Castro, 1982, citados por



Rojas y Ramírez, 1991).

Weaver (1984) informo que en 1949 se introdujeron productos químicos orgánicos sintéticos que retardan el crecimiento de los tallos, incrementan 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 plantas de frijol.

Campbell (1976) observo que aplicaciones de daminocida en dosis de 5000 mg L<sup>-1</sup> y ethephon en dosis de 150 y 300 mg L<sup>-1</sup>, sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en semilleros, mejoraron la calidad y uniformidad de las mismas, redujo la elongación de los tallos, estimulo la producción de raíces y evito la formación prematura de flores y frutos.

El paclobutrazol es un derivado de la pirimidina que ha mostrado actividad para controlar la tasa de crecimiento en una amplia gama de plantas (Freeborg y Daniel, 1981; McDaniel, 1983; McDaniel, 1986; Shanks, 1980; Sterrett, 1985); dicho bioregulador de plantas es un promotor retardante del crecimiento para uso en frutales (Snir, 1988), demostrándose que es efectivo en reducir la elongación de tallo en muchas diversas especies (árboles frutales mango, aguacate y cítricos, gramíneas y hortalizas) (Barrett y Neil, 1989; Mansour y Poole, 1987; Wang y Biessinton, 1990), sin embargo su efectividad se manifiesta en dosis superiores a las requeridas de uniconazole o ancymidol para permitir la misma reducción.

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

Villegas y Lozoya (1991) reportaron que el paclobutrazol inhibió el

crecimiento de las plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), sin detrimento de en el aspecto o diferenciación floral, en concentraciones de 2.0 y 4.0 mg L<sup>-1</sup>, así como 120 y 160 mg L<sup>-1</sup> de ingrediente activo, sin aplicaciones al suelo y follaje, respectivamente.

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 al 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 limitar rápidamente la tasa de crecimiento, como lo hace cuando se aplica directamente en tallos (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 (Giannfagna y Wulster, 1986); sin embargo, la aplicación en el suelo a través de tabletas o capsulas con dicho retardante PBZ, colocadas en hoyos hechos en la parte central de cada maceta, fue menos efectivo comparado con los resultados obtenidos al aplicados en el suelo húmedo, para controlar la altura de crisantemo (Sanderson *et al.*, 1988).

De Jesús (2004) investigando el efecto del paclobutrazol en plantas de tomate de la variedad Rio 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<sup>-1</sup>; mientras que al aplicar dosis en concentraciones de 250, 300 y 350 mg L<sup>-1</sup>, el crecimiento se incrementó en relación a las plántulas testigo.

Velázquez *et al.* (2004) encontraron que la aplicación de paclobutrazol, en dosis de 100, 150 y 200 mg L<sup>-1</sup> retardando el crecimiento en altura de plántula de tomate de las variedades Rio Grande, H-9663, Maya y H-289; mientras que las

concentraciones de 250, 300 y 350 mg L<sup>-1</sup> el crecimiento se incrementó en relación a las plántulas testigo.

Romero y Low (2004) encontraron que al utilizar paclobutrazol en dosis que variaron de 100 a 200 mg L<sup>-1</sup>, aplicadas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) de cuatro variedades en la etapa fenológica de dos a cuatro hojas verdaderas, la tasa de crecimiento fue menor en relación al observado en plantas testigo y en aquellas que recibieron dosis que van de 250 a 350 mg L<sup>-1</sup>.

Partida et al. (2004) observaron que al aplicar paclobutrazol en plántulas de la variedad de tomate Rio Grande con dos o cuatro hojas verdaderas, a niveles de dosis de (100, 150 y 200 mg L<sup>-1</sup>) retardo la altura de la planta; contrariamente al aplicar concentraciones de 250, 300 y 350 mg L<sup>-1</sup> incremento en relación a las plántulas testigo. Sin embargo, ninguna de las dosis mostro efecto en decremento o incremento del crecimiento cuando las mismas dosis fueron aplicadas en plántulas con seis hojas.

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

#### **2.4 Efectos de inhibidores de crecimiento en la floración.**

Pisarczyk y Splittstoesser (1979); Wittwer y Tolbert 1960 y Balley *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 hasta 15 días el trasplante, sin afectar la precocidad de flores y frutos en relación con el testigo, (sin aplicación química) sin embargo, retardantes de crecimiento como CCC y los componentes relacionados (2, bromoetil) (trimetil amonio-bromuro) y (2, 3-n-propileno) trimetil amonio bromuro, en aplicaciones a plantas de tomate en concentraciones de 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-7</sup> molar, modifican el crecimiento además de fomentar la floración temprana.

En plantas de *Zantedeschia* cultivadas como ornamentales en macetas, la altura se puede controlar mediante reguladores de crecimiento como el paclobutrazol (Tjia, 1987), dicho producto puede interactuar con GA<sub>3</sub> para afectar la altura y el número de flores de *Zantedeschia* cultivadas a partir de rizomas producidos en campo (Corr y Wider, 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 prometedor en la preservación in vitro de cerezo dulce (Snir, 1988).

Pisarczyk y Splittstoesser (1979), Wittewer y Tolbert (1960) y Bailey *et al.*, (1986) encontraron estimulación en la floración y control en altura de plantas en el cultivar Merrit's Supreme de hortensia (*Hydrangea macrophylla*) con asperciones foliares semanales de 100 mg L<sup>-1</sup> de ancimidol y paclobutrazol y 10000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. Mariscal *et al.* (1992) los autores mencionan que asperciones foliares semanales de 5000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide se puede acortar los entrenudos y la iniciación floral puede ser inhibida en las variedades de 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 (Arrellano *et al.* 1992).

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

## **2.5 Efectos del paclobutrazol en contenido de clorofila.**

Partida *et al.*, (2012) Las clorofilas a y b son dos pigmentos que existen en

las membranas tilacoides. La clorofila a es verde azulado, mientras que la clorofila b es verde-amarilla. Las técnicas actuales han permitido conocer que todas las clorofilas y la mayoría o todos los carotenoides se encuentran embebidos en los tilacoides, y están unidos mediante enlaces no covalentes a moléculas de proteínas (Salisbury y Ross, 2000).

No obstante, las clorofilas tienen estrecha relación con el crecimiento de las plantas, ya que según Salisbury y Ross (2000), el fenómeno en cuestión consiste en el aumento de tamaño, peso, volumen o densidad de los órganos de las plantas, haciendo a las plantas cada vez más complejas, por lo que se puede medir con el metro, kilogramo,  $\text{cm}^3$  o con la relación de peso sobre volumen.

Lo anterior indica que el paclobutrazol es una sustancia que puede inducir mayor contenido total de clorofila en las plantas como tomate, chile, maíz, trigo, frijol, sorgo, berenjena y frutales, por lo que en ellas puede repercutir en el mejoramiento del proceso fotosintético, de tal manera que las plantas incrementarán la síntesis de sustancias orgánicas y, en consecuencia, la fijación de  $\text{CO}_2$ , y el rendimiento de frutos o de granos por hectárea, incrementando la productividad (ganancia) de los sistemas de producción agrícola, y la eficiencia de los sistemas biológicos para disminuir el calentamiento global. (Partida *et al*, 2012).

Partida *et al*, (2012) indica que el mayor contenido de clorofila se obtuvo de las plantas que fueron tratadas con  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , aunque este promedio no fue superior a los que se observaron en las plantas testigo y en aquellas que recibieron 200, 300 ó  $350 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ de agua, pero sí superó a los promedios obtenidos en las que fueron aplicadas 150 ó  $250 \text{ mg L}^{-1}$ . Las plantas con  $250 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ de agua tuvieron la más baja concentración de clorofila. No obstante, los promedios de clorofila de las plantas testigo y de las que fueron tratadas con 150, 200, 300 ó  $350 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ, estadísticamente fueron iguales; asimismo, las medias de clorofila de aquellas en que fueron aplicadas 150, 250 ó 300 mg de

PBZ.

## **2.6 Generalidades del tomate.**

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, debido a que se le considero como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevados a España. (León, 2003).

### **2.6.1 Planta de tomate injertada.**

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente que se desarrollan como una sola planta. El injerto se realiza acoplado un patrón que aporta el sistema radicular y el segundo una variedad comercial que es la parte foliar proviniendo ambas de una misma especie como las solanáceas.

Los injertos son resistentes a enfermedades producidas por hongos del suelo, son inmunes o tolerantes a nematodos, da mayor vigor a la planta, reduce el número de plantas por unidad de producción sin alterar la calidad interna o externa del producto. Es una alternativa viable para sustituir al bromuro de metilo para esterilizar suelos infestados.

Peil *et al.*, (2004) menciona que el rendimiento económico del cultivo de tomate es resultante de la combinación entre el número de frutos cosechados por unidad de área y sus tamaños individuales. El tamaño del fruto es un factor de calidad sumamente importante y debe ser lo más uniforme posible durante todo el ciclo de producción.

## **2.7 Sistema de cultivo en bolsas de polietileno (plástico).**

En este tipo de plantación que utiliza diferentes tipos de sustratos (tierra limo y peat most relación 4:1 y gravilla como drenaje), la bolsa actúa como contenedor y dependiendo de su capacidad es el tipo de hortaliza que se establece, las cuales tienen orificios de salida lateral que sirve como drenaje y no

permiten que las raíces entren en contacto con el suelo.

El sustrato deseable debe permitir el desarrollo radicular, una buena aireación, retención de humedad, bajo contenido de sales, estar libre de plagas, enfermedades y malezas, baja capacidad de intercambio catiónico.

En sistemas cerrados como las bolsas se provoca la absorción de agua y nutrientes desde la rizosfera al interior de la raíz y su posterior traslocación hacia la parte aérea de la planta, produciendo fotoasimilados.

La población recomendada es de 2 plantas por bolsa y 3 bolsas por metro cuadrado. (Camacho, 2004).

## **2.8 Sustrato piedra volcánica tezontle.**

Este tipo de sustrato se utiliza en cultivos sin suelo o hidropónicos con una densidad aparente de 0.52 a 0.93 g/cm<sup>3</sup> según la granulometría de 0.58 a 12.7 mm. La muestra fina compuesta de tezontle de menos de 0.58 mm de diámetro presenta una muy baja capacidad de aireación, aunque presenta una elevada capacidad de retención de agua. Por lo contrario el tezontle de granulometría más gruesa con diámetro de partícula de 2 a 5 mm presenta solo una capacidad de retención de agua de 37% y una elevada capacidad de aeración (Castellanos, 2004).

## **2.9 Fertilización.**

### **2.9.1 Solución nutritiva**

Se aplica en todos los riegos, sin tener alternancia con agua sola. La concentración de fertilizantes varía según el estado fenológico de la planta. Los elementos mayores como Nitrógeno, Fósforo y Potasio se suministran a partir de los fertilizantes (por ejemplo Nitrato de Calcio, Nitrato de Magnesio, Sulfato de Magnesio y Potasio, Acido Fósforico.).

Se cuida en especial el suministro de micronutrientes esenciales para el amarre, firmeza y calidad de frutos, todos suministrados por el sistema de riego.

Se inicia la fertirrigación aplicando 17-17-17 en relación 1:1:1 más ácido fosfórico en la etapa de transplante a primera floración. Durante la etapa de formación de

fruto se disminuye el nitrógeno y se incrementa potasio, fósforo, calcio y magnesio. (Rodríguez 1992).

**Cuadro 1. Cantidad de fertilizantes utilizados para 1000 litros de solución nutritiva en tomate indeterminado en invernadero.**

<b>FERTILIZANTE APLICADO</b>	<b>FORMULA</b>	<b>CANTIDAD/1000 Lt. DE AGUA</b>	<b>DEPOSITO 2500 Lt. AGUA</b>
Acido fosfórico	$H_3PO_4$	175 ml.	437 ml.
Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$	1,228 gr.	3,070 gr.
Sulfato de magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	760 gr.	1,900 gr.
Sulfato de potasio	$K_2SO_4$	551 gr.	1,378 gr.
Nitrato de Magnesio	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	605 gr.	1,513 gr.
Triple 15	15-15-15	1,500 gr.	3,750 gr.
Micronutrientes	Mn, B, Zn, Cu, Fe	15.9 gr.	39.75 gr.

**Nota: la aplicación de los fertilizantes es en base a la etapa fenológica del cultivo y no se aplican todos en una misma solución.**

## **2.10 Condiciones ambientales en invernadero.**

### **2.10.1 Temperatura.**

La temperatura que favorece al crecimiento del cultivar del tomate es el clima caliente a mayor temperatura mayor será la velocidad de crecimiento, no obstante si se dispone de baja es de esperarse una pobre floración y un desarrollo raquítrico. El rango de temperatura optima varia de 24°C a 28°C.

### **2.10.2 Humedad relativa.**

Optima varia de 70-80% lo que permite una adecuada transpiración, cuando se exceden estos rangos se crea un ambiente favorable para el desarrollo de patógenos y deficiencias de calcio en frutos y hojas de tomate.

### **2.10.3 Energía solar.**



Es la responsable de tres procesos que rigen el crecimiento de la planta; la fotosíntesis (radiación 400-700 nanómetros), fotoperíodo y fotomorfogénesis.

#### **2.10.4 Viento**

La dirección del viento es determinante para elegir el tipo de estructura del invernadero, factor importante para la renovación del aire y de la humedad relativa.

#### **2.10.5 Volumen de aire**

En física se determina que “entre más volumen de aire se encuentre por metro cuadrado de un cuerpo, su inercia térmica será menor” esto implica que a mayor volumen de aire la velocidad con la que se enfría y/o calienta un es menor. En climas extremos conviene incrementar la altura del invernadero.

## 2.1 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Airy, J. M., Tatum L. A. y Sorensen J. W. 1977. La Producción de Semillas. Departamentode Agricultura de Estados Unidos. Editorial CECSA. México, D. F. pp: 270-285.
- Arrellano, C. L., Pena 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.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytica Chemists, CD. Washington D.C.
- Asao T, Ito N, Hosoki T, Ohta K & Endo K (1996) Effects of plant growth retardants and root pruning on growth and yield of tomato cultured hydroponically at high temperature during summer. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 65:89-94.
- Azcón, B. J. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Ed. Interamericana Mc-Graw. Madrid, España. pp: 301-316.
- Bailey, D. A., Weiler, T. C., and Kirk, T. I. 1986. Chemical stimulation of floral initiation in florist hydrangea. HortScience 21(2): 256-257.
- Barrett, J. E., and Bartuska C. A. 1982. PP333 effects on stem elongation depent on site of application. HortScience 17: 736-738.
- Berova, M. and Zlatev Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Growth Reg. 30:117-123.
- Bourne, M. C. 1982. Food Texture and Viscosity, 1<sup>st</sup> edition. Academic Press, New York.
- Bhowmik SR y Pan AJC (1992) Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. Journal of Food Science, 57:948 953.

- Camacho, F.F. 2004. Técnicas de Producción de Cultivos Protegidos Tomo 1 y 2. Editorial Caja Rural Intermediterránea, Cajamar, Almería España. 416-417 p.
- 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.
- Castellanos, J. Z. 2004. Manual de Producción Hortícola en Invernadero. INTAGRI. S.C. 2da edición. Celaya Guanajuato. 146-147 p.
- Chitarra MIF & Chitarra AB (1990) Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia manuseio. Lavras, ESAL/FAEPE. 293p.
- Christov C, Tsvetkov I & Kovachev V. (1995) Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). Bulgarian Journal of Plant Physiology, 21:64-71.
- 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.
- 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.
- Dalal KB, Salunkhe DK, Boe AA y Olson LE (1965). Certain physiological and biochemical changes in the developing tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill). Journal of Food Science, 30: 504-508.
- 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 UAS, 66 p.
- Díaz-Pérez J. 1998. Transpiration Rates in Eggplant Fruit as Affected by Fruit and Calyx Size. Postharvest Biology and Technology 13:45-49.
- Early, J. D. and Martín G. C. 1988. Translocation and breakdown of <sup>14</sup>C-labelled paclobutrazol in Nemaguard peach seedlings. HortScience 23(1): 196-200.

Economic Research Service (ERS), United States Department of Agriculture  
<http://www.ers.usda.gov>, <http://snap.nal.usda.gov/nutrition-through-seasons/seas>

onal-produce/tomatoes

Erez, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and paclobutrazol. *Acta hort.* 146: 1235-1241.

Fonseca J. 2008, Epidemia de melones sin dulzura. *Hortalizas poscosecha.*  
[www.hortalizas.com](http://www.hortalizas.com)

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 Wulter G.J. 1985. Comparative effects of ancymidol and paclobutrazol on Easter lily. *Hort Science* 21(6): 463-464.

Giovinnazo R, M. V., Souza, T. K. Hartz (2001) Paclobutrazol responses with processing tomato in France. *Acta Hort.* 542:355-358.

Hadden, P. and Graebe J. E. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. *Plant Growth Reg.* 4: 111-112.

Hobson GE y Davies JN (1971). The tomato. In: Hulme, AC (Ed.). *The Biochemistry of fruits and their products.* London. Academic Press, p.437-475.

Khurshid T, Mcneil DL, Trought MCT & Hill GD (1997) The response of young 'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultrahigh density planting system to soil-applied paclobutrazol II Effect on fruit quality at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, 71:189-196.

León, G. y Héctor M. 2003. Manual para Cultivos de Tomate en Invernadero, Gobierno del Edo. Chihuahua. México. 32-33 p.

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.

- Lozoya, S. H. 1992. Inhibidores de crecimiento para margarita (*Chrysanthemum morifolium Ramat*) en maceta. I Alar y Cycocel. Revista Chapingo 78: 20-23.
- Magnitskiy, S. V., Pasian C. C., Bennett M. A. and Metzger J. D. 2006. Effects of soaking cucumber and tomato seeds in paclobutrazol solutions on fruit weight, fruit size and paclobutrazol level in fruits. HortScience 6:1446-1448.
- 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*). Chapingo S Hort. 78:11-13.
- 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.
- Maroto B.,J. V. 2000. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp.359.
- Nitsch, J. t. 1957. Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. Proc Amer. Soc. Hort. Sci. 70:512-525.
- Nuño, M. R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. Secretaria de Fomento Agropecuario, Fundación PRODUCE BC. 3-4 p.
- Nuño, M. R. 2008. Evaluación de dos sistemas de producción y cinco híbridos indeterminados de tomate rojo bajo condiciones de ambiente controlado. Tesis Instituto de Ciencias Agrícolas UABC. Mexicali, B.C. 26-27, 31-32 y 34 p.
- Osuna, G. J. A., Báez R. S., Medina U. V. M. y Chávez C. X. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica L.*) cultivar Tommy Taquín. Rev. Chapingo S. Hort. 7:275-282.
- Partida R. L., Velázquez A. T. de 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., T. de J. Velázquez, A. B. Acosta V, T. Diaz V, J. C. Low L. (2005). Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plántulas de tomate. Rev. Tec. Cient. Cidefruta 1:13-17.
- Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B. 2012. Paclobutrazol para incrementar la producción de hortalizas y cereales, Editorial Academia Española. 35-37 p.
- Peil, R. M. N., Gálvez J. L. 2004. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. Horticultura Brasileira, Brasilia. V.22, n. 2, p 265-270.
- Pisarczyk, J. M., and Splittstoesser, W. E. 1979. Controlling Tomatoes Transplants Height with Chlormequat, Daminozide and Etephon. J Amer. Soc. Hort. Sci 104(3):342-344.
- OEIDRUS BC 2014. Planeación sectorial y seguimiento a la inversión pública, Oficina Estatal de Información Rural Sustentable. [www.oeidrus-bc.gob.mx](http://www.oeidrus-bc.gob.mx)
- Quinlan, J. D., and Wester 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).
- Rojas, G. M. y Rovalo M. 1985. Fisiología Vegetal Aplicada. McGraw-Hill. D. F. 302 p.
- Rojas G., M. y Ramírez H. 1991. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Fisiología –Tecnología Experimentación. Editorial Limusa. 239 p.
- Sanderson, K. C., Martin, Jr. W. C., and McGuire J. 1988. Comparison of paclobutrazol tablets, drenches, gels, capsules, and spray on *Chrysanthemum* growth. HortSciences 29(6): 1008-1009.
- Salisbury, F. B. y Ross C. W. 2000. Fisiología de las Plantas. Paraninfo Thomson Learning, Madrid, España, 988 p.

- Santiago J. A., 2010. Técnicas para el Adelanto y retraso de la producción de mango. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa A.C. Rev. 14: 158- 159.
- S. Charles Maurice, Cristopher R. Thomas, 2004. Statix 8 Edition to Accompany Managerial Economics. 1-5 p.
- Snir, I. 1988. Influence of paclobutrazol in vitro growth of sweet cherry shoots. HortScience 23 (2): 304-305.
- 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 Physiol. 123: 93-99.
- Tjia, B. 1987. Growth regulator effect on growth and flowering of *Zantedeschia rehmannii* Hyb. HortScience 22: 507-508.
- Turrent, F. A. 1987. Un panorama de la Agricultura en México. CECSA, México, pp. 12 24.
- Ramírez H, Manjarrez RMP, Mendoza AB, López AS, Torres VR & Davila JH (2005). Efectos de prohexadiona – Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. Revista Chapingo Serie Horticultura, 11:283-290.
- Resende, G. M.; Costa, N. D.; Melo, N. F.; Souza, R. J. (1999). Efeitos de paclobutrazol em diferentes concentrações e períodos de imersão na cultura do alho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34,n. 4, p. 635-639.
- Seleguini, Alexander., 2011. Vida útil e qualidade de frutos de tomateiros tratados com paclobutrazol. Rev. Ceres (Impr.), vol.58, no.4, p.470-475. ISSN 0034- 737X.
- United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes, 1991. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch, p 5.
- Velázquez A., T de J., Partida R. L., Acosta V. B., López M. M., Sánchez M. J. y Méndez P. P. 2003. Respuestas 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. Mexico. Pp189-195.
- Velázquez A., T de 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. pp 152-153.
- 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, 41 México. Chapingo S Hort. 73-74: 77-80.
- 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.
- Weaver, R. J. 1984. Reguladores del Crecimiento de las plantas en Agricultura. Editorial Trillas, Mexico, D.F. 622 p.67: 359-376.
- Webster, A., and Quinlin, J. D. 1984. Chemical control of shoot growth of sweet cherry. Annu. Rpt. East Malling Sta. p. 202-203.
- Wittwer, S.H., and Tolbert, F. G. 1956. Cold exposure of tomato seedlings and flower formation. Proc. Amer, Sci. 67: 359-376.
- Wood, B. W. 1988. Paclobutrazol suppresses vegetative growth of large pecan trees. HortScience 23:341-343.
- Yeshitela T, Robbertse PJ & Stassen PJC (2004) Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32:281-293.



**EVALUACIÓN EN RENDIMIENTO DE TOMATE INJERTADO CON  
APLICACIONES DE PACLOBUTRAZOL.  
EVALUATION ON PERFORMANCE OF TOMATO GRAFTED WITH  
APPLICATIONS OF PACLOBUTRAZOL.**

Nuño-Moreno Raúl<sup>1</sup>, Soto-Ortiz Roberto<sup>1</sup>, Cruz-Villegas Manuel<sup>1</sup>, Zárata-Márquez Agustín<sup>1</sup>, Escobosa García María Isabel<sup>1</sup>, García-López Alejandro M.<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, C.P. 21705, B. C. Correo-e [rnuno@uabc.edu.mx](mailto:rnuno@uabc.edu.mx)

**RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de aplicaciones de paclobutrazol (PBZ) en producción y calidad en tomate injertado (*Solanum lycopersicum*) variedad El Cid y porta injerto Multifor, en un sistema hidropónico, bajo condiciones de invernadero y estimar el efecto de respuesta de los tratamientos planteados.

Las variables estudiadas fueron: peso de fruto, peso de racimos, rendimiento total por planta y SST de frutos. El trasplante fue hecho el 23 de septiembre de 2010, en bolsas de plástico con sustrato de piedra volcánica tezontle. Cada unidad experimental consto de 16 plantas incluyendo el testigo. El análisis estadístico fue bajo un diseño de bloques completos al azar y comparación de medias con la prueba DMS 0.05, analizado con el programa estadístico FAUNL versión 2.5.

Los tratamientos fueron (testigo), 75,150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. Cada dosis se aplicó foliarmente con atomizador 20 días después de trasplante, con cuatro hojas verdaderas y 40 cm de altura, población de 1.4 plantas por m<sup>2</sup>. El peso por fruto, peso por racimo, peso total, diámetro vertical y horizontal mostraron incrementos con dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. En SST el testigo obtuvo nivel en 10.1, 8.65 y 6.45% mayor que las dosis de 75, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*, rendimiento, calidad, paclobutrazol.



## ABSTRACT

The objective of the study was to assess the effect of paclobutrazol (PBZ) applications in production and quality of grafted tomato (*Solanum lycopersicum*) variety El Cid and porta grafting Multifor, a hydroponic, under greenhouse conditions system and estimate the effect of response of the proposed treatments.

The variables studied were: weight of fruit per plant, weight of total bunches per plant, total yield of fruit per plant and SST of fruits. The transplant was done on September 23 rd 2010, in plastic bags with lava stone volcanic rock substrate. Each experimental unit had 16 plants including the witness. Statistical analysis was under a complete block design randomized and comparison with test DMS 0.05, analyzed with the statistical program FAUNL version 2.5.

Treatments were 0 (control), 75,150 and 225 mg L<sup>-1</sup> of PBZ. Each dose applied foliar with a spray bottle after 20 after transplantation, with four true leaves and 40 cm in height, a population of 1.4 plants per m<sup>2</sup>. Weight per fruit, weight per bunch, total weight, horizontal and vertical diameter showed increases with dose of 75 mg L<sup>-1</sup> of PBZ. In SST witness obtained level in 10.1, 8.65 and 6.45% higher than doses of 75, 150 and 225 mg L<sup>-1</sup> of PBZ.

Key words: *Solanum lycopersicum*, performance, quality and paclobutrazol.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura en el valle de Mexicali, requiere una alternativa viable de cultivos e impulsar un cambio tecnológico en el establecimiento de cultivos hortícolas bajo ambiente controlado, planta injertada y aplicación de productos hormonales.

Los objetivos del presente estudio fueron: comparar la respuesta del cultivo en producción; peso de fruto, peso de racimo, peso total, diámetro horizontal, diámetro vertical y SST de cuatro tratamientos 0 (testigo), 75, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ aplicados a plantas de tomate injertado.

La planta injertada de tomate resiste más las enfermedades del suelo como hongos, toleran o son inmunes a nematodos, ofrecen mayor vigor de planta, reduce el número de plantas por unidad de producción sin alterar la calidad interna

o externa de los frutos. Es una alternativa viable para sustituir al bromuro de metilo utilizado en la esterilización de suelos plagados (Nuño, 2008).

Existe la necesidad de investigar más acerca de la práctica en el uso de reguladores de crecimiento que promueven la formación de tejidos firmes, incrementar la actividad fotosintética mejorando la formación de fotoasimilados con ello obtener mayor rendimiento y calidad de frutos obtenidos (Peil *et al.* 2004).

La aplicación de diversas hormonas y moduladores vegetales inducen diversas interacciones, una misma sustancia puede provocar muchas respuestas distintas dependiendo de la planta que la recibe, a diferentes niveles: [bioquímico](#), [fisiológico](#) o [morfológico](#). El paclobutrazol actúa como un retardador del crecimiento, y más específicamente, como un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Invernadero Escuela de la Secretaria de Fomento Agropecuario de Gobierno del Estado de Baja California, el cual esta ubicado en el kilometro 22.5 de la carretera Mexicali-San Luis Rio Colorado, ejido Sinaloa valle de Mexicali, Baja California, México.

Se trasplantaron 2,492 plantas de tomate injertado, combinado por el portainjerto Multifor con resistencia a patógenos del suelo (*Fusarium*, *Verticillum* sp., *Pseudomona solanaciarum*, y nematodos) y la variedad comercial El Cid tomate híbrido indeterminado tipo saladette.

El trasplante se hizo bajo condiciones de invernadero el día 23 de septiembre de 2010, en bolsas de plástico (color negro al interior y blanco por la parte externa) de capacidad de 19 litros con sustrato de piedra volcánica tezontle y riego por goteo. En un sistema de producción hidropónico con canaleta de drenaje. Con una densidad de población de 1.4 plantas por metro cuadrado. Con aplicación de riegos de 0.5 a 1.0 litros divididos en cuatro pulsos, de cinco minutos cada uno por día.

Manejo de cultivo consistió en la aplicación de PBZ, hasta que la planta de tomate alcanzó una altura de 40 cm a los 20 días después del trasplante. Las dosis utilizadas en esta investigación fueron de 0, 75, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol, por lo que se tuvieron cuatro tratamientos.

Cada dosis fue aplicada con un atomizador manual, asperjando uniformemente a cada unidad experimental. La aplicación de paclobutrazol se realizó cuando la plántula tuvo cuatro hojas verdaderas.

La unidad experimental constó de 16 plantas de tomate injertado, bajo un diseño bloques completos al azar con cuatro repeticiones, el cual se representa en el siguiente modelo factorial:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Los análisis estadísticos de las variables se realizaron considerando el modelo estadístico de bloques completos al azar. Para determinar la significancia de los factores y su correspondiente interacción y el análisis de varianza. Además de comparar posibles diferencias entre los diferentes niveles de los factores, se realizó la comparación de medias empleando la prueba DMS con  $\alpha = 0.05$ .

Todos los análisis se realizaron con el paquete de diseños experimentales FAUNL versión 2.3 de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## RESULTADOS

En las plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado en un sistema de producción hidropónico bajo condiciones de invernadero, con aplicaciones de 0 (testigo), 75, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol; en el peso por fruto se observó el mayor peso de 190.48 gr con la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> superando en 32.8, 14.9 y 0.43% a las dosis del testigo, 150 y 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ en el mismo orden (Cuadro 1).

En peso por racimo, el testigo fue un 49.43% menor que la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> con una media de 2716.17 gr, pero el análisis de comparaciones múltiples (DMS 0.05) indica que son estadísticamente iguales, (Cuadro 1).

En el rendimiento total de frutos por planta, se aprecia que el tratamiento con 75 mg L<sup>-1</sup> superó al resto de los tratamientos en 107.62, 50.55 y 43.98% al obtener una media de 7.22 kg comparado con el testigo, 225 y 150 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol, respectivamente.

El diámetro horizontal de frutos por planta infiere que la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> de PBZ mostró mayor diferencia comprada con la aplicación de 150 mg L<sup>-1</sup> en un 16.07%

de incremento en diámetro y las dosis de 225 mg L<sup>-1</sup> de PBZ y el testigo en 7.59 y 3.87%, respectivamente.

El diámetro vertical indica que la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> con un diámetro promedio de fruto fue de 6.03 cm, mayor en un 12.47, 10.92 y 6.13% al resto de los tratamientos y son estadísticamente iguales entre ellas.

Los SST presentan mayor contenido en la planta testigo con 4.82 °Brix, superando en un 10.1, 8.65 y 6.45% correspondientes a los tratamientos de 225, 150 y 75 mg L<sup>-1</sup>, estadísticamente no hay diferencia entre ellos.

Cuadro 2. Comparativo de clasificación estadística de las medias de las variables evaluadas de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.

Tratamientos PBZ	Peso fruto gr	Peso racimo gr	Peso total kg	Diámetro horizontal cm	Diámetro vertical cm	SST °Brix
testigo	143.48 c	1803.17 a	3.50 b	4.52 a b	5.68 a	4.82 a
075	190.48 a	2716.17 a	7.26 a	4.69 a	6.03 a	4.53 a
150	165.72 b	1819.42 a	5.04 a b	4.04 b	5.36 a	4.43 a
225	182.60 a b	2439.75 a	4.82 b	4.36 a b	5.44 a	4.38 a
(DMS 0.05)	20.78	935.91	2.23	0.59	0.79	0.64

Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05) en cada columna.

La mayor respuesta en peso por fruto, peso por racimo, peso total, diámetro horizontal, diámetro vertical se manifestó en el tratamiento con la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol, exceptuando el tratamiento 0 (testigo) que fue superior en SST con 6.4% mayor (4.82 °Brix) que la dosis 75 mg L<sup>-1</sup>, que resultó ser la de mayor efectividad en las variables propuestas.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en plantas de tomate, después que fueron tratadas con dosis de 75,150 o 225 mg L<sup>-1</sup> en la etapa de cuatro hojas verdaderas, son muy coincidentes con la investigación de Mariscal *et al.*(1992), Berona & Zlatev (2000),

Giovinazzo *et al.* (2001) y Partida *et al.* (2005) en relación a que el paclobutrazol retardo el crecimiento de las plantas, sin embargo, manifestaron que las dosis de 250, 300 y 350 mg L<sup>-1</sup> lo incrementaron.

Cuando los tratamientos fueron aplicados en plantas con cuatro hojas, los resultados coinciden con los referidos, así como con los publicados por Rojas y Robalo (1985) en cuanto a la eficacia de sustancias para retardar el crecimiento y producir plantas más compactas para el trasplante.

Pisarczyk y Splittstoesser (1979); Wittwer y Tolbert 1960 y Balley *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 hasta 15 días el trasplante, sin afectar la precocidad de flores y frutos en relación con el testigo.

El diámetro ecuatorial de 4.69 cm y el polar con 6.03 cm en frutos por planta, infiere que la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> de PBZ mostró mayor diferencia que el resto de los tratamientos. Tratamiento con paclobutrazol demostraron ser efectivos en reducir la tasa de crecimiento terminal en cerezos dulces mientras que incrementan el tamaño de fruto (Looney y Mc Keellar, 1987; Webster *et al.*, 1986). En peso por fruto se observó al de mayor peso con 190.48 gr con la dosis de 75 mg L<sup>-1</sup>, con la misma dosis en peso total con 7.26 kg, superaron al resto de los tratamientos. Santiago (2010) menciona que la aplicación de paclobutrazol en las variedades Ataulfo y Tommy Atkins permitió floración abundante, la dosis fue de 20 mililitros por árbol y el testigo sin aplicación. La cosecha en las variedades Tommy Atkinsn y Ataulfo, con aplicación de paclobutrazol, fue en un solo corte: el 100% de la fruta con rendimiento estimado en Ataulfo fue de 19.2 toneladas por hectárea con aplicación de paclobutrazol; en el testigo fue de 15.8 toneladas por hectárea sin aplicación. En Tommy Atkins el rendimiento fue de 22 toneladas por hectárea con aplicación paclobutrazol; en el testigo fue de 19.6 toneladas por hectárea sin aplicación.

Los SST presentan mayor contenido en las plantas testigo, aunque estadísticamente no hay diferencia entre ellos. Fonseca (2008) menciona que la aplicación de hormonas o reguladores de crecimiento, por ejemplo inhibidores de

giberelinas como el paclobutrazol, han demostrado efectos positivos en dulzura, en el cultivo de melón.

### **CONCLUSIONES**

El paclobutrazol promueve el rendimiento de frutos, sin modificar la concentración de sólidos solubles totales. La dosis de 75 mg L<sup>-1</sup> es la mejor para incrementar peso de fruto, peso de racimo, peso total, diámetro ecuatorial y polar en tomate injertado en un sistema de producción hidropónico bajo condiciones de ambiente controlado.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Bailey, D. A., Weiler, T. C., and Kirk, T. I. 1986. Chemical stimulation of floral initiation in florist hydrangea. HortScience 21(2): 256-257.

Berova, M. and Zlatev Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Plant Growth Reg. 30:117-123.

Fonseca J. 2008, Epidemia de melones sin dulzura. Hortalizas poscosecha. [www.hortalizas.com](http://www.hortalizas.com)

Giovinnazo R, M. V., Souza, T. K. Hartz (2001) Paclobutrazol responses with processing tomato in France. Acta Hort. 542:355-358.

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.

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*). Chapingo S Hort. 78:11-13.

Nuño M. R., 2008. Evaluación de dos sistemas de producción y cinco híbridos indeterminados de tomate rojo bajo condiciones de ambiente controlado. Tesis Maestría UMARZA Instituto de Ciencias Agrícolas UABC., p 34.



Partida R. L., T. de J. Velázquez, A. B. Acosta V, T. Diaz V, J. C. Low L. (2005). Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plántulas de tomate. Rev. Tec. Cient. Cidefruta 1:13-17.

Peil, R. M. N., Gálvez J. L. 2004. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. Horticultura Brasileira, Brasília. V.22, n. 2, p 265-270.

Pisarczyk, J. M., and Splittstoesser, W. E. 1979. Controlling Tomatoes Transplants Height with Chlormequat, Daminozide and Etephon. J Amer. Soc. Hort. Sci 104(3):342 344.

Rojas, G. M. y Rovalo M. 1985. Fisiología Vegetal Aplicada. McGraw-Hill. D. F. 302 p.

Santiago J. A., 2010. Técnicas para el Adelanto y retrasó de la producción de mango. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa A.C. Rev.14:158

Webster, A., and Quinlin, J. D. 1984. Chemical control of shoot growth of sweet cherry. Annu. Rpt. East Malling Sta. p. 202-203.

Wittwer, S.H., and Tolbert, F. G. 1956. Cold exposure of tomato seedlings and flower formation. Proc. Amer, Sci. 67: 359-376.

## **CALIDAD DE TOMATE TRATADO CON PACLOBUTRAZOL EN PRECOSECHA PACLOBUTRAZOL PREHARVEST TREATMENT ON TOMATO QUALITY**

Nuño-Moreno Raúl<sup>1</sup>, Soto-Ortiz Roberto<sup>1</sup>, Cruz-Villegas Manuel<sup>1</sup>, Zárate-Márquez Agustín<sup>1</sup>, Escobosa García María Isabel<sup>1</sup>, García-López Alejandro M.<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, C.P. 21705, B. C. Correo-e rnuño@uabc.edu.mx.

### **RESUMEN**

Se analizó la calidad de tomate tipo saladette variedad El Cid (Harris Moran) bajo condiciones de mercadeo (20 °C ±2, 85 % HR) con aplicaciones de cuatro dosis de paclobutrazol (PBZ, Austar<sup>®</sup>) en precosecha (0, 75, 150 y 225 ppm) con el objetivo de evaluar los cambios en la pérdida de peso, firmeza, pH, acidez, sólidos solubles totales (sst) y contenido de ácido ascórbico por 9 días de almacenamiento. La pérdida de peso fue menor en las dosis de 150 y 225 ppm y en todas las dosis ésta variable se comportó de manera cuadrática. En la firmeza, sólo la dosis de 225 ppm mantuvo una mejor turgencia por 6 días de almacenamiento. De manera general la aplicación de PBZ no modificó la concentración y comportamiento del pH, acidez, sst y concentración de ácido ascórbico. La aplicación en precosecha de PBZ en tomate mejora las características de pérdida de peso y firmeza sin afectar su calidad química.

**Palabras clave:** Giberelinas, inhibición.

### **ABSTRACT**

Saladette type tomato quality (El Cid, Harris Moran) was analyzed under commercial storage (20 °C ±2, 85 % RH) by four paclobutrazol (PBZ, Austar<sup>®</sup>) preharvest doses (0, 75, 150 and 225 ppm) to evaluate weight loss, firmness, pH, total soluble solids (tss), titratable acidity and ascorbic acid changes for nine days. Weight loss was lower in 150 and 225 PBZ ppm doses with a quadratic trend. 225 PBZ ppm doses by 6 days maintained better firmness. In general PBZ applications

do not modified pH, tss, titratable acidity and ascorbic acid concentrations and behavior. PBZ preharvest applications in tomato enhance weight loss and firmness characteristics without affect chemical quality.

**Key words:** Gibberellins, inhibition.

## INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que la producción de tomate del tipo saladette que se produce en Baja California bajo condiciones de invernadero sirve para cubrir la demanda del mercado Americano principalmente en verano (Economic Research Service/USDA, 2015). Para el año 2013 Baja California exportó 157,163 toneladas de tomate a los Estados Unidos (OEIDRUS, 2014) que principalmente se produce en la zona de Ensenada.

Por otra parte en la zona de Mexicali se ha empezado a producir tomate que se pretenden comercializar hacia el mercado Americano dada la cercanía con la frontera en comparación con Ensenada, pero las condiciones ambientales que presenta ésta región son extremas y tienen efecto sobre la producción y la calidad del tomate (Nuño, 2007); sin embargo existen invernaderos totalmente automatizados que permiten una producción intensiva.

Dentro del manejo de algunos cultivos hortícolas se utilizan reguladores de crecimiento que tienen diferentes efectos sobre los mismos, tal es el caso del paclobutrazol (PBZ) aplicado al tomate, que permite acelerar la formación de frutos y por lo tanto la precocidad de los mismos (Berova y Zlatev, 2000). También se han aplicado dosis de PBZ en el cv. Precador 15 días después de germinación y las mayores dosis utilizadas tuvieron un efecto sobre la pérdida de peso y firmeza en poscosecha bajo condiciones ambientales de almacenamiento (Seleguini *et al.*, 2011).

En este sentido, no se tiene documentado los efectos sobre la calidad poscosecha una vez aplicado PBZ a plantas de tomate previo a la etapa de floración y mucho menos bajo condiciones de producción del valle de Mexicali, por lo tanto el

objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad física y química de tomate tipo saladette variedad el Cid (Harris Moran) bajo condiciones de producción del valle de Mexicali con aplicaciones antes de floración de cuatro dosis de PBZ en condiciones de mercadeo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio, se cosecharon tomates tipo saladette variedad El Cid (Harris Moran) en estado de madurez 5, rojo claro (USDA Color Chart, 1997) que fueron producidos bajo manejo convencional en invernadero con aplicaciones de paclobutrazol (PBZ, Astar®) en dosis de 0, 75, 150 y 225 ppm en precosecha, para después ser almacenados a 20 °C (96 % HR) por 9 días.

Las variables evaluadas fueron:

Pérdida de peso acumulada. Se utilizó una balanza digital Ohaus, en la cual se pesaron diariamente 10 frutos de tomate de cada tratamiento. Los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida acumulada, para lo cual se empleó el siguiente modelo (Díaz-Pérez, 1998):

$$\% \text{ de pérdida de peso} = \left[ \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \right] \times 100$$

en donde:  $P_i$  = peso inicial       $P_f$  = peso final

Firmeza. Se determinó con un texturómetro equipado con un punzal de 8 mm de diámetro. Los datos de firmeza se reportaron como la fuerza en Newtons necesaria para penetrar el tejido (Bourne, 1980).

pH, acidez y sólidos solubles totales. Las variables químicas de calidad se determinaron en 5 frutos por tratamiento por fecha de muestreo, según el método de la AOAC (1998). Se usaron 10 g de tejido vegetal y se homogeneizaron en una licuadora comercial Osterizer con 50 mL de agua destilada (pH= 7.0). Posteriormente, el extracto se filtró a través de un colador y se registró el pH, después se tomó una alícuota de 10 mL para la determinación de acidez

adicionando NaOH 0.1 N hasta lograr la neutralización de los ácidos presente en la muestra y se reportó en % de ácido cítrico. La concentración de sólidos solubles totales (SST) se determinó en una gota del extracto de tejido colocada en un refractómetro digital Abbe Leika Mark II calibrado con agua destilada y se expresó en °Brix, tomando en cuenta el factor de dilución (6).

Ácido ascórbico. Se determinó con base en el método del 2, 6 diclorofenol indofenol (AOAC, 1998). Se tomaron 5 muestras por tratamiento por fecha de muestreo. Se utilizó 5 g de tejido fresco que se homogeneizaron con 50 mL de ácido oxálico al 5%, posteriormente se tomó una alícuota de 5 mL que se tituló con solución de Tillman hasta que el color rosa permaneció visible por 1 minuto. La cantidad de ácido ascórbico se calculó por referencia con soluciones de ácido ascórbico de concentración conocida.

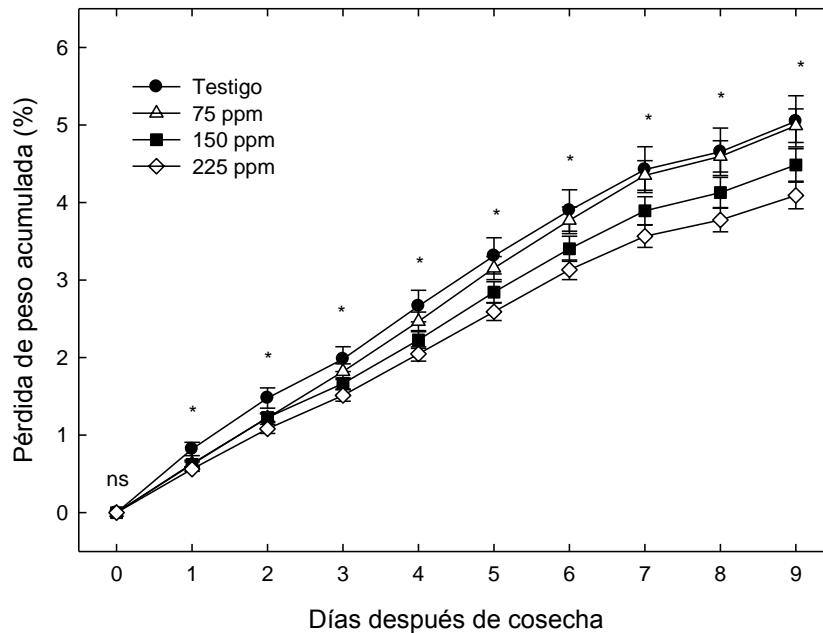
Diseño experimental y análisis estadístico.

El estudio se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y con 10 repeticiones para las variables de pérdida de peso y firmeza; y 5 repeticiones para el resto de las variables; la unidad experimental fue un fruto. Se realizó análisis de varianza y prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), mediante el programa estadístico STATISTIX 8 (2004).

## **RESULTADOS**

Pérdida de peso.

Desde los primeros días de estudio se observó una diferencia en la pérdida de peso de los frutos de tomate tratados con 150 y 225 ppm de PBZ, en comparación con la dosis de 75 ppm y testigo ( $p=0.001$ ). Al final del estudio (9 días), los resultados demostraron que la pérdida de peso fue más notoria en los frutos testigo y 75 ppm con un 4.8 % y los tratados con 150 y 225 ppm un 4.5 y 4.1 %, respectivamente (Figura 1). Además se obtuvieron modelos de predicción que permiten cuantificar el comportamiento de la pérdida de peso acumulada de tomate tratados con PBZ con un buen coeficiente de determinación para cada uno de los tratamientos (Cuadro 1).



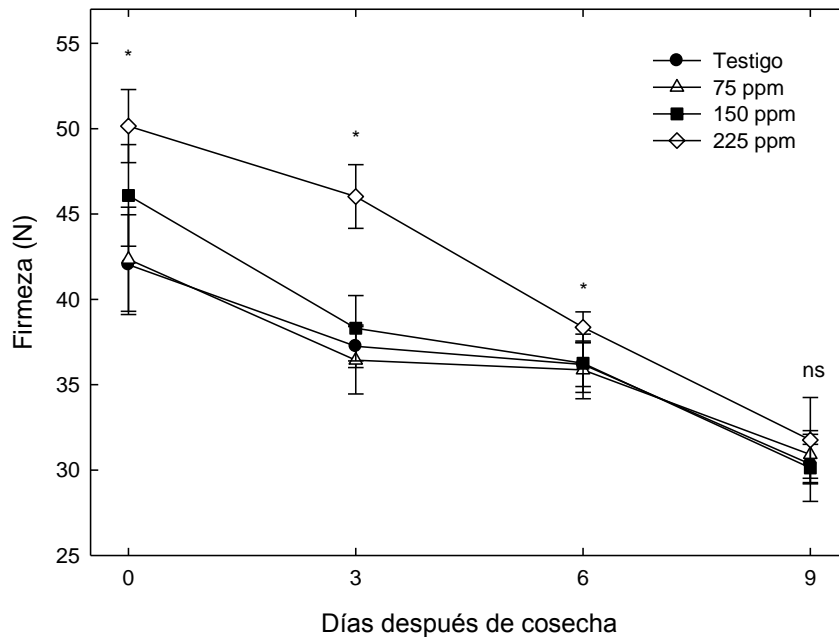
**Figura 1.** Comportamiento de la pérdida de peso en tomate tratado con PBZ.

**Cuadro 1.** Modelos de predicción de pérdida de peso en frutos de tomate tratados con PBZ.

Tratamiento	Ecuación	R <sup>2</sup>
Testigo	$y = -0.0007 + 0.77x - 0.023x^3$	0.98
75 ppm	$y = -0.0864 + 0.72x - 0.016x^3$	0.98
150 ppm	$y = -0.0332 + 0.65x - 0.015x^3$	0.98
225 ppm	$y = -0.0462 + 0.60x - 0.014x^3$	0.98

**Firmeza.**

Se observó una diferencia en la firmeza desde el primer día de estudio hasta antes del día final en los frutos tratados con 225 ppm de PBZ, en comparación con el resto de los tratamientos (p=0.001). Para el final del estudio, los resultados mostraron una pérdida o disminución de la firmeza, con un promedio final de 33 N (Figura 2).



**Figura 2.** Comportamiento de la firmeza en tomate tratado con PBZ.

pH, acidez y SST.

Al inicio del experimento los frutos de tomate de los cuatro tratamientos mostraron un valor de pH similar con un promedio de 4.37, el cual, conforme transcurría el desarrollo del experimento este parámetro mostró un ligero aumento, sin encontrar diferencia estadística ( $p=0.392$ ) entre los tratamientos (Cuadro 2).

En cuanto al contenido de SST, se observó que los frutos de tomate mostraron una tendencia a disminuir su concentración. Al inicio del experimento se cuantificó un promedio de 6.6 °Brix el cual disminuyó hasta 6.25 en promedio. Todos los tratamientos no presentaron diferencia significativa durante este estudio ( $p=0.096$ ) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comportamiento del pH, SST y acidez en tomate tratado con PBZ.

TRATAMIENTO	pH				Sólidos solubles totales (° Brix)				Acidez titulable (% Ac. Cítrico)			
	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9
Testigo	4.35 <sup>a‡</sup>	4.37 <sup>b</sup>	4.42 <sup>b</sup>	4.51 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	5.97 <sup>a</sup>	6.61 <sup>a</sup>	6.13 <sup>a</sup>	0.537 <sup>a</sup>	0.460 <sup>a</sup>	0.460 <sup>a</sup>	0.460 <sup>ab</sup>
75 ppm	4.36 <sup>a</sup>	4.39 <sup>ab</sup>	4.44 <sup>ab</sup>	4.54 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.28 <sup>a</sup>	6.23 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>	0.499 <sup>a</sup>	0.531 <sup>a</sup>	0.448 <sup>a</sup>	0.422 <sup>ab</sup>
150 ppm	4.40 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>	4.43 <sup>b</sup>	4.47 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	6.21 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	0.492 <sup>a</sup>	0.448 <sup>a</sup>	0.448 <sup>a</sup>	0.492 <sup>a</sup>
225 ppm	4.37 <sup>a</sup>	4.44 <sup>ab</sup>	4.55 <sup>a</sup>	4.48 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	6.14 <sup>a</sup>	6.28 <sup>a</sup>	0.537 <sup>a</sup>	0.435 <sup>a</sup>	0.454 <sup>a</sup>	0.403 <sup>b</sup>
CV (%)	1.20	1.12	0.96	1.17	6.78	7.13	6.31	7.73	9.79	13.17	10.89	9.58

‡Diferencia de medias dentro de columnas con prueba de Tukey, P≤0.05.

**Cuadro 3.** Comportamiento del ácido ascórbico en tomate tratado con PBZ.

TRATAMIENTO	Ácido ascórbico (Equivalente a Vitamina C; g·100 g <sup>-1</sup> de peso fresco)			
	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9
Testigo	1.23 <sup>a‡</sup>	1.29 <sup>b</sup>	1.52 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>
75 ppm	1.06 <sup>a</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.52 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>
150 ppm	1.19 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>	1.48 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>
225 ppm	1.18 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.54 <sup>a</sup>
CV (%)	7.39	5.23	6.93	12.39

‡Diferencia de medias dentro de columnas con prueba de Tukey, P≤0.05.



La tendencia del porcentaje de ácido cítrico en los frutos de tomate durante todo el experimento fue en descenso, en donde no se mostró diferencia significativa ( $p=0.683$ ) entre los tratamientos en cada una de las fechas de muestreo (Cuadro 2).

#### Ácido ascórbico.

Al inicio del experimento los frutos de tomate los cuatro tratamientos mostraron un valor de concentración de ácido ascórbico similar con un promedio de 1.16, el cual, conforme transcurrió el desarrollo del experimento este parámetro mostró un ligero aumento, sin encontrar diferencia estadística ( $p=0.456$ ) entre los tratamientos (Cuadro 3).

### **DISCUSIÓN**

El comportamiento de los tratamientos de 0, 75, 150 y 225 ppm de PBZ, en cuanto al valor obtenido de pH con un promedio de 4.37, SST con valores en porcentaje promedio del día 0 al día 9 con 6.6 disminuyó a 6.25 °Brix, descendiendo un 5.6%. El ácido ascórbico mostro un valor de concentración similar con un promedio de 1.16 en los frutos de tomate. En estas variables no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en este estudio.

El contenido de sólidos solubles aumenta linealmente con el tiempo. A partir del día de cosecha promedio 6.19 °Brix, alcanzó 6.26 °Brix después de 9 días de almacenamiento a condiciones ambientales. Este comportamiento puede ser explicado por la hidrólisis del almidón reduce azúcares (fructosa y glucosa), que ocurre durante la maduración y la pérdida de agua que contribuye a la concentración de sólidos solubles (Seleguini A *et al.*, 2011).

Resende, (1999) menciona que la productividad total y comercial de bulbos de ajo, con un alto porcentaje de gajos o dientes por cabeza, no fueron afectados por el uso de paclobutrazol en concentraciones de 451 mg L<sup>-1</sup> y 385 mg L<sup>-1</sup> de PBZ.

El PBZ se puede usar, en dosis de 150 a 200 mg L<sup>-1</sup> de agua, para incrementar clorofila, componentes del rendimiento (tallos y espigas por planta,

granos por espiga, peso de grano), proteína y rendimiento de grano por hectárea. (Partida *et al.*, 2009).

Los contenidos observados en el día de colección, 0.491% de ácido cítrico en la pulpa, disminuyeron a 0.444% después de 9 días de almacenamiento, lo que representó más de 10.58 por ciento de reducción en la cantidad de ácido cítrico. Esta reducción fue debido al clima característico del tomate, que causa los ácidos orgánicos son los primeros sustratos utilizados en la respiración (Chitarra y Chitarra, 1990).

En pérdida de peso se observó diferencia notoria en los frutos testigo y 75 ppm con un 4.8% y los tratados con 150 y 225 con un 4.5 y 4.1%.

En la variable firmeza de fruto se observó diferencia con la dosis de 225 ppm de PBZ con el resto de los tratamientos, al final se mostró una disminución promedio final de 33 N en firmeza de tomate.

En el período de almacenamiento poscosecha, hubo un aumento en la pérdida de masa; es decir, hubo una reducción significativa en la masa de fruta fresca de la materia. La firmeza de frutos reduce linealmente a lo largo de la toma de datos de almacenamiento. Después de 9 días de almacenamiento, la pérdida estimada de masa de materia de fruta fresca fue 4.65 % y la firmeza, del 34.3%. Bhowmik y Pan (1992), en segundo lugar la pérdida de masa del tomate durante el almacenamiento ocurre principalmente debido a dos factores: la transpiración y la respiración. Transpiración, que es la más responsable de la pérdida de masa, es el mecanismo por el que el agua se pierde debido a la diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera circundante y la superficie de la fruta. Según Chitarra y Chitarra (1990), la pérdida de firmeza del fruto es debido a los cambios en las características de los polisacáridos de pared celular, cuyos componentes principales son las sustancias pécticas.

Asao *et al.*, (1996) no observaron cambios en el contenido de sólidos solubles en frutos de tomate cuando en plántulas con dos hojas verdaderas se trataron mediante aplicaciones foliares con PBZ (12.5 a 100 mg L<sup>-1</sup>). Ramírez *et al.*, (2005) encontró que la aplicación en plantas de tomate con 12 hojas verdaderas, otro inhibidor de la biosíntesis del ácido gibelérico, prohexadiona de calcio, proporciona aumento de sólidos solubles totales y firmeza de la fruta.

También se observaron reducciones en el nivel de acidez de los frutos de mango y uva (Yeshitela *et al.*, 2004, Christov *et al.*, 1995); Sin embargo, en ambos experimentos se observaron aumentos en el contenido de sólidos solubles. Khurshid *et al* (1997) no observó incrementos significativos en el contenido de sólidos solubles y aumento de la firmeza de los frutos de manzana de las plantas tratadas con PBZ.

No hubo respuesta en el contenido de vitamina C en fruto de tomate, que mostro un valor promedio de concentración del ácido ascórbico de 1.16 similar en los cuatro tratamientos del día 0 al 9 de almacenamiento (Cuadro 3). Según Hobson y David (1971), datos sobre el comportamiento del ácido ascórbico durante la maduración de los tomates son incompatibles. Algunos autores afirman que hay poco cambio en el contenido de este ácido, mientras que otros, como Dalal *et al.*, (1965), mostraron mayores niveles de ácido ascórbico con la maduración del fruto.

### **CONCLUSIONES**

La aplicación en precosecha de PBZ en tomate mejora las características de pérdida de peso y firmeza sin afectar su calidad química.

### **LITERATURA CITADA**

AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytica Chemists, CD. Washington D.C.

Asao T, Ito N, Hosoki T, Ohta K and Endo K (1996). Effects of plant growth retardants and root pruning on growth and yield of tomato cultured hydroponically at high temperature during summer. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 65:89-94.

Berova, M. and Zlatev Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Growth Reg. 30:

117-123.

Bourne, M. C. 1982. Food Texture and Viscosity, 1<sup>st</sup> edition. Academic Press, New York.

Bhowmik SR and Pan AJC (1992) Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. Journal of Food Science, 57:948-953.

Chitarra MIF and Chitarra A. 1990. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e conservação. Lavras, ESAL/FAEPE. 293p.

Christov C, Tsvetkov I and Kovachev V. 1995. Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). Bulgarian Journal of Plant Physiology, 21:64-71.

Dalal KB, Salunkhe D, Boe A and Olson LE (1965). Certain physiological and biochemical changes in the developing tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill). Journal of Food Science, 30: 504-508.

Díaz-Pérez J. 1998. Transpiration Rates in Eggplant Fruit as Affected by Fruit and Calyx Size. Postharvest Biology and Technology 13:45-49.

Economic Research Service (ERS), United States Department of Agriculture  
<http://www.ers.usda.gov/>, <http://snap.nal.usda.gov/nutrition-through-seasons/>  
seasonal-produce/tomatoes

Hobson GE and Davies JN (1971). The tomato. In: Hulme, AC (Ed.). The Biochemistry of fruits and their products. London. Academic Press, p.437-475.

Khurshid T, Mcneil DL, Trought MCT and Hill GD 1997. The response of young

'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultrahigh density planting system to soil-applied paclobutrazol II Effect on fruit

quality at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, 71:189-196.

Nuño, Raúl. 2008. Evaluación de dos sistemas de producción y cinco híbridos

Indeterminados de tomate rojo bajo condiciones de ambiente controlado.

Tesis de Maestría UMARZA, Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC.

Mexicali,

B.C. 26-27, 31-32 y 34 p.

Nuño, Raúl. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de

invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. Secretaria de Fomento

Agropecuario, Fundación PRODUCE BC. 3-4 p.

Partida, R. L., Velázquez A. T. de J., Acosta V. B. 2012. Paclobutrazol para incrementar

la producción de hortalizas y cereales, Editorial Academia Española. 35-37 p.

OEIDRUS BC 2014. Planeación sectorial y seguimiento a la inversión pública, Oficina

Estatad de Información Rural Sustentable. [www.oeidrus-bc.gob.mx](http://www.oeidrus-bc.gob.mx)

S. Charles Maurice, Cristopher R. Thomas, 2004. Statix 8 Edition to Accompany

Managerial Economics. 1-5 p.

Ramírez H, Manjarrez RMP, Mendoza AB, López AS, Torres VR y Davila JH (2005).

Efectos de prohexadiona – Ca en tomate y su relación con la variación de la

concentración de giberelinas y citocininas. Revista Chapingo Serie Horticultura,  
11:283-290.

Resende, G. M.; Costa, N. D.; Melo, N. F.; Souza, R. J. (1999). Efeitos de paclobutrazol em diferentes concentrações e períodos de imersão na cultura do alho.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34,n. 4, p. 635-639.

Seleguini, Alexander., 2011. Vida útil e qualidade de frutos de tomateiros tratados com

paclobutrazol. *Rev. Ceres (Impr.)*, vol.58, no.4, p.470-475. ISSN 0034-737X.

United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes, 1991. United StatesDepartment

of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Fruit and Vegetable Division,

Fresh Products Branch, p 5.

Yeshitela T, Robbertse PJ & Stassen PJC (2004) Paclobutrazol suppressed vegetative

growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango

(*Mangifera indica*) in Ethiopia. New Zealand Journal of Crop and Horticultural

Science, 32:281-293.

#### **IV. CONCLUSIONES**

El paclobutrazol promueve el rendimiento de frutos, sin modificar la concentración de sólidos solubles totales. La dosis de  $75 \text{ mg L}^{-1}$  es la mejor para incrementar peso de fruto, peso de racimo, peso total, diámetro ecuatorial y polar en tomate injertado en un sistema de producción hidropónico bajo condiciones de ambiente controlado.

La aplicación en precosecha de PBZ en tomate mejora las características de pérdida de peso y firmeza sin afectar su calidad química.

## V. ANEXOS



<b>PBZ (A)</b>	<b>Planta (B)</b>	<b>Bloque I R1</b>	<b>Bloque II R2</b>	<b>Bloque III R3</b>	<b>Bloque IV R4</b>
0 ppm	1	154.61	162.33	135.9	125.44
	2	124.78	158.52	147.9	125.64
	3	169.8	166.67	115.21	135
75 ppm	1	200.56	193.49	199.76	176.09
	2	189.46	192.45	190.06	184.35
	3	188.6	200.41	197.63	176.7
150 ppm	1	167.16	170.90	159.08	143.31
	2	189.05	178.95	162.05	132.96
	3	184.00	163.77	170.32	167.11
225 ppm	1	178.50	190.1	182.6	140.2
	2	178.90	202.3	200.85	189.45
	3	195.00	192.48	191.5	149.3

**Variable de peso de fruto (gr) de tomate por planta.**

**Variable de peso de racimo (gr) de tomate por planta.**

<b>PBZ (A)</b>	<b>Planta (B)</b>	<b>Bloque I R1</b>	<b>Bloque II R2</b>	<b>Bloque III R3</b>	<b>Bloque IV R4</b>
0 ppm	1	1487	2355	1651	1439
	2	1762	1622	1684	1456
	3	1907	2799	2206	1278
75 ppm	1	1838	3518	3594	2407
	2	1298	3984	4102	1049
	3	1356	4489	3713	1246
150 ppm	1	1436	2718	1274	1372
	2	1514	2011	1875	1586
	3	1656	2852	2124	1415
225 ppm	1	1350	2592	2708	1445
	2	1390	3441	2873	1755
	3	2611	3766	3392	1954

<b>PBZ (A)</b>	<b>Planta (B)</b>	<b>Bloque I R1</b>	<b>Bloque 2 R2</b>	<b>Bloque 3 R3</b>	<b>Bloque 4 R4</b>
0 ppm	1	4.51	3.05	4.28	1.59
	2	3.86	3.85	4.66	1.40
	3	4.59	4.28	3.62	2.27
75 ppm	1	5.58	9.25	9.78	5.63
	2	6.16	8.75	10.21	3.39
	3	4.81	11.24	7.85	4.47
150 ppm	1	4.84	4.44	8.10	3.37
	2	5.59	4.12	5.06	3.52
	3	4.73	6.11	7.99	2.64
225 ppm	1	5.40	6.56	4.26	2.47
	2	6.44	5.79	4.82	3.69
	3	4.99	5.41	4.78	3.27

**Variable de rendimiento total (kg) por planta.**

PBZ (A)	Planta (B)	bloque I R1	bloque II R2	bloque III R3	bloque IV R4
0 ppm	1	5.5	4.4	4.8	3.9
	2	5.9	4.8	4	3.6
	3	5.2	4.3	3.8	3.9
	4	5.6	4	4.4	4.2
75 ppm	1	4.8	4.8	3.7	3.8
	2	4.9	4.6	4.4	4.9
	3	4.3	4.5	3.8	4.3
	4	5.2	4.7	3.8	3.3
150 ppm	1	4.9	4.6	4.8	4.5
	2	4.8	4.9	4.7	4.3
	3	4.5	4.7	4.4	4.8
	4	5.1	5.3	4	4.8
225 ppm	1	4.9	4	3.6	4.3
	2	4.7	3.8	3.3	4
	3	4.4	4.5	3.3	3.8
	4	5.1	4.2	3.5	3.3

**Variable diámetro horizontal de fruto de tomate (cm.) por planta**

<b>PBZ (A)</b>	<b>Planta (B)</b>	<b>bloque I R1</b>	<b>bloque II R2</b>	<b>bloque III R3</b>	<b>bloque IV R4</b>
0 ppm	1	6.4	6.2	6.1	4.6
	2	6.1	6	5.5	5
	3	5.8	5.5	4.5	4.9
	4	6	6	6.3	6
75 ppm	1	5.6	6.3	5.7	3.4
	2	5.8	5.9	6.1	5.5
	3	6.	5.6	4.3	4.8
	4	5.9	6.1	5.6	4.4
150 ppm	1	6.3	6.5	6.3	5.6
	2	5.6	5.8	6.1	6.2
	3	6.4	6.2	5.4	6
	4	6.2	6.5	5.5	5.9
225 ppm	1	6.1	5.5	5.2	5.9
	2	6.3	4.9	5.3	6
	3	5.6	5.8	4.3	5.1
	4	5.8	6	3.8	4.2

**Variable diámetro vertical de fruto de tomate (cm) por planta**

<b>PBZ (A)</b>	<b>Planta (B)</b>	<b>Bloque I R1</b>	<b>Bloque II R2</b>	<b>Bloque III R3</b>	<b>Bloque IV R4</b>
0 ppm	1	4.6	5.2	4.5	4.5
	2	4.2	5	5.6	4.6
	3	4.4	5.1	5.6	4.5
75 ppm	1	4	4	5	4.1
	2	4	4.4	5	5.2
	3	4.1	4.6	4.9	5
150 ppm	1	3.4	4	5	4.6
	2	3.6	4.2	5	5.2
	3	3.4	4.2	5.6	5
225 ppm	1	3.9	4.3	4.6	4
	2	3.8	4	5.4	4.9
	3	4	4.6	5	4

**Variable contenido de SST en frutos de tomate (°Brix) por planta.**

**Cuadro 2. Análisis de varianza de datos de peso por fruto en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

FV	GL	CM	F	P>F
tratamientos	3	1714.5834	10.9635	0.000
A	3	5243.9585	33.5313	0.000
B	2	122.9375	0.7861	0.532
AXB	6	158.2500	1.0119	0.435
Error	33	156.3902		
Total	47			

CV 7.328216 %

**Cuadro 3. Clasificación estadística de promedios en peso de fruto (gr) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Peso fruto (gr)	Clasificación estadística
75	190.4788	a
225	182.5983	a b
150	165.7217	b
testigo	143.4834	c

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 20.7800

**Cuadro 4. Análisis de varianza de datos de peso por racimo en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

CV 25.66247 %

FV	GL	CM	F	P>F
tratamientos	3	6336949.500	19.9755	0.000
A	3	2502368.000	7.8880	0.001
B	2	624328.000	1.9680	0.154
AXB	6	190306.672	0.5999	0.730
Error	33	317236.844		
Total	47			

**Cuadro 5. Clasificación estadística de promedios en peso por racimo (gr) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis de paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Peso racimo(gr)	Clasificación estadística
75	2716.1667	a
225	2439.7500	a
150	1819.4166	a
testigo	1803.8334	a

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 935.9082



**Cuadro 6. Análisis de varianza de datos para rendimiento total de frutos (kg) por planta híbrida indeterminada de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

CV 25.997126 %

FV	GL	CM	F	P>F
Tratamientos	3	29.633097	13.7267	0.000
A	3	0.363607	16.2627	0.000
B	2	27.631714	0.0364	0.965
AXB	6	2.241292	0.2628	0.949
Error	33	2.098093		
Total	47			

**Cuadro 7. Clasificación estadística de promedios para rendimiento total de frutos (kg) por plantas de híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Peso total x planta (kg)	Clasificación estadística
75	7.2600	a
150	5.0425	a b
225	4.8223	b
testigo	3.4967	b

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 2.2271

**Cuadro 8. Análisis de varianza de datos para diámetro horizontal de frutos en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

CV 9.457846 %

FV	GL	CM	F	P>F
Tratamientos	3	3.135946	18.0698	0.000
A	3	1.219320	7.0259	0.001
B	3	0.121826	0.7020	0.559
AXB	9	0.083076	0.4787	0.881
Error	45	0.173546		
Total	63			

**Cuadro 9. Clasificación estadística para diámetro horizontal de fruto (cm) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Diámetro horizontal (cm)	Clasificación estadística
75	4.6937	a
testigo	4.5187	a b
225	4.3625	a b
150	4.0437	b

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 0.5941

**Cuadro 10. Análisis de varianza de datos de diámetro vertical de fruto en híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

CV 9.821885 %

FV	GL	CM	F	P>F
tratamientos	3	2.441162	7.9888	0.000
A	3	1.451986	4.7517	0.006
B	3	0.409465	1.3400	0.273
AXB	9	0.341159	1.1165	0.371
Error	45	0.305575		
Total	63			

**Cuadro 11. Clasificación estadística de promedios para diámetro vertical de fruto (cm) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis de paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Diámetro vertical (cm)	Clasificación estadística
75	6.0313	a
testigo	5.6813	a
225	5.4375	a
150	5.3625	a

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 0.7883

**Cuadro 12. Análisis de varianza de datos para contenido de sólidos totales solubles (SST) en frutos híbridos indeterminados de tomate injertado, aplicando diferentes dosis de paclobutrazol bajo condiciones de ambiente controlado.**

CV 8.523136 %

FV	GL	CM	F	P>F
Tratamientos	3	2.703084	19.1188	0.000
A	3	0.461405	2.3477	0.084
B	2	0.394440	3.0163	0.039
AXB	9	0.015757	0.4805	0.880
Error	33	0.149566		
Total	47			

**Cuadro 13. Clasificación estadística de los promedios para contenido de SST en frutos (°Brix) de plantas híbridas indeterminadas de tomate injertado bajo condiciones de ambiente controlado.**

Dosis paclobutrazol (mg L <sup>-1</sup> )	Contenido azúcar °Brix	Clasificación estadística
testigo	4.8167	a
75	4.5250	a
150	4.4333	a
225	4.3750	a

\* Medias unidas con la misma letra son iguales estadísticamente, (DMS 0.05)  
DMS= 0.6426