

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2,4-DP SOBRE LA PRODUCCIÓN, CUAJA Y  
RETENCIÓN DE FRUTO EN TOMATE VARIEDAD MARÍA ITALIA**

DIEGO ANGEL ZAVALA MUÑOZ

Santiago, Chile  
2016

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2,4-DP SOBRE LA PRODUCCIÓN, CUAJA Y  
RETENCIÓN DE FRUTO EN TOMATE VARIEDAD MARÍA ITALIA**

**THE EFFECT OF 2,4-DP ON YIELD, FRUIT SET AND FRUIT ABSCISSION IN  
'MARÍA ITALIA' TOMATO**

DIEGO ANGEL ZAVALA MUÑOZ

Santiago, Chile  
2016

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2,4-DP SOBRE LA PRODUCCIÓN, CUAJA Y  
RETENCIÓN DE FRUTO EN TOMATE VARIEDAD MARÍA ITALIA**

Memoria para optar al título profesional de  
Ingeniero Agrónomo

DIEGO ANGEL ZAVALA MUÑOZ

Profesores Guías	Calificación
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,7
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0
Profesores Evaluadores	
Sra. Verónica Díaz M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,0
Sr. Fernando Santibañez Q. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,0

Santiago, Chile  
2016

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Hipótesis: .....	5
Objetivo General:.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Metodología .....	6
Tratamientos y diseño experimental .....	6
Procedimiento .....	7
Evaluaciones .....	8
Número de frutos por racimo y planta .....	8
Masa de fruto .....	8
Diámetro ecuatorial y polar .....	8
Distribución de calibres en función de la masa de frutos .....	8
Sólidos solubles .....	9
Número de semillas.....	9
Análisis estadístico.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
Retención de frutos por planta .....	10
Masa media y forma de frutos por planta .....	11
Distribución de calibres .....	14
Sólidos solubles .....	15
Número de semillas.....	16
Consideraciones finales .....	17
CONCLUSIONES .....	19
BIBLIOGRAFÍA .....	20
APÉNDICE I.....	23

A MI FAMILIA, POR AGUANTARME TODO

A MI FLACA, POR ESTAR AHÍ SIEMPRE

A LOS "KABROS" PORQUE CORRESPONDE POS VIEJO,  
GRACIAS POR LOS BUENOS MOMENTOS

A LOS PROFESORES,  
GRACIAS POR ENTREGAR TANTO

A TODOS,  
GRACIAS POR ESPERAR TANTO TIEMPO

*Dedicado a mis viejitas,  
Mercedes y Nancy*

## RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), siendo una de las hortalizas más consumidas en Chile y el mundo, supone un desafío constante por mantener producciones que permitan satisfacer las necesidades de los consumidores. De esta forma, la utilización de reguladores de crecimiento permite mejorar de forma positiva los rendimientos de los agricultores y obtener frutos que cumplan con las condiciones que el mercado necesita. En otras especies comerciales, como cerezos, ciruelos japoneses y mandarinas, el regulador de crecimiento de efecto auxínico conocido como 2,4-DP ha logrado mejorar de manera importante la producción. Sin embargo, su efecto, época y concentraciones de aplicación sobre tomate son inciertos. El objetivo de esta investigación fue evaluar dicho efecto sobre la producción, cuaja y retención de fruto en tomate. Bajo un invernadero frío con malla antiáfido, se realizó durante la temporada 2013-2014 un ensayo dentro de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en La Pintana, Santiago. Se utilizaron plantas de tomate variedad María Italia conducidos en un solo eje. Se evaluaron concentraciones en solución de 30 y 60 mg·L<sup>-1</sup> de 2,4-DP. Las aplicaciones se realizaron a cada inflorescencia utilizando pincel en 2 épocas fenológicas distintas: botón floral cerrado y fruto cuajado (<10 mm.). Las variables analizadas fueron número de flores y frutos por racimo, retención de frutos, masa media de frutos, diámetro polar y ecuatorial de frutos, número de semillas por fruto, porcentaje de sólidos solubles y distribución de calibres. Las evaluaciones se realizaron en los primeros cuatro pisos productivos y en aquellos frutos que se encontraban con una coloración de cobertura roja completa. No hubo interacción de los factores concentración y época para ninguna de las variables analizadas. La aplicación de 2,4-DP durante el estado de botón floral redujo el número de semillas en el fruto. Además, aunque no significativamente, indujo un aumento en los frutos de calibre grande y muy grande, en desmedro de los frutos de calibre muy pequeño y pequeño. Para el resto de las variables analizadas, no se encontraron diferencias significativas entre los factores evaluados. El uso de 2,4-DP no tuvo efecto sobre la producción, retención y calidad de frutos sobre tomates “María Italia”. Se propone estudiar sobre otras variedades de tomate y/o otras concentraciones.

**Palabras claves:** *Solanum lycopersicum* L., Regulador de crecimiento, Auxina de síntesis.

## ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.), one of the most consumed vegetables in Chile and the world, assumed a constant challenge to keep productions that allow consumers to meet their needs. Thus, the use of growth regulators positively improves the yields of farmers and get fruit that meet the conditions that the market needs. In species such as cherries, Japanese plums and tangerines, the auxinic effect of the growth regulator known as 2,4-DP has managed to significantly improve production. However, its effect, time and application concentrations on tomato are uncertain. The objective of this research was to evaluate this effect on yield, fruit set and fruit abscission in tomato. Under a cold greenhouse with anti-aphid mesh, a trial inside the facilities of the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Chile in La Pintana, Santiago was conducted during the 2013-2014 season. 'María Italia' tomato plants led in one axis were used. Solution concentrations of 30 and 60 mg·L<sup>-1</sup> of 2,4-DP were evaluated. Applications were made using brush in each inflorescence in 2 different phenological periods: closed floral bud and <10 mm fruits. The analyzed variables were number of flowers and fruits per bunch, fruit retention, fruit mass, polar and equatorial diameter of fruits and number of seeds per fruit. Evaluations were made in the first four production floors and in those fruits that were with full red color coverage. There was no interaction between concentration and time for any of the analyzed variables. The application of 2,4-DP in flower bud reduced the number of seeds in the fruit. Also, although not significantly, increased the number of fruits with calibers large and very large at the expense of the fruits of very small and small caliber. For the rest of the analyzed variables, no significant differences between the evaluated factors were found. The use of 2,4-DP had no effect on yield, fruit abscission and fruit quality of "Maria Italy" tomatoes. It is proposed to study about other varieties of tomato and / or other concentrations.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* L., PGR, synthesis auxin.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más producida en el mundo, con una superficie cercana a los 4,7 millones de hectáreas cultivadas y con una producción que supera los 163 millones de toneladas según FAO (2015). En Chile, en el año 2012 la superficie destinada a su cultivo aumentó en un 11% respecto del año anterior, llegando a casi 5.500 hectáreas, atribuyéndosele este incremento al buen escenario de precios que alcanzó la producción de tomates, para consumo fresco, en temporadas anteriores. Esta alza en el escenario nacional, debido principalmente al aumento en la rentabilidad del cultivo, ha permitido un importante desarrollo tecnológico de la industria (INE, 2013) y, con ello, la introducción de nuevos manejos al sistema productivo. En Chile, del total de superficie destinada al tomate para consumo fresco, el 20% se encuentra en condiciones de invernadero, las que según datos del 2012, superarían las 1.000 hectáreas (ODEPA, 2013).

En este contexto, durante la producción de tomates bajo invernadero, mantener las condiciones ideales para una buena cuaja y desarrollo del fruto se convierte en la principal tarea (Escaff et al., 2005). En ese sentido la cuaja es parte fundamental en la obtención de buenos rendimientos, siendo dependiente de la polinización y fecundación, ya que problemas durante esta fase, influenciados por condiciones climáticas desfavorables, influirían en la división y expansión celular, base para un óptimo desarrollo del fruto (FAO, 2002, De Jong et al., 2009). La temperatura es la principal limitante, debido a que condiciones extremas de calor (sobre 35°C) o frío (bajo 10°C) pueden afectar el desarrollo del polen o provocar dehiscencia de anteras o simplemente retardar la cuaja (SAGARPA, 2008; De Jong et al., 2009; Escalona et al., 2009).

Durante el proceso de polinización y fecundación, la acción conjunta de auxinas y giberelinas produce estímulos bioquímicos para la inducción del cuajado y desarrollo del fruto, siendo la presencia máxima de estos compuestos entre los días 2 y 6 después de floración (Gillaspy et al., 1993; De Jong et al., 2009; Ding et al., 2013). Estos compuestos corresponden a hormonas vegetales, mensajeros químicos que permiten mantener una comunicación efectiva entre células, tejidos y órganos; y en plantas superiores, la regulación y coordinación del metabolismo, el crecimiento y morfogénesis, dando señales que van de una parte a otra dentro de la planta (Taiz y Zeiger, 2006). La auxina fue la primera hormona vegetal descubierta, corresponde a un ácido orgánico que está compuesto de un anillo aromático y un grupo carboxilo que necesitan estar a  $5,5 \times 10^{-9}$  m para estar activa. Es conocida como la hormona vegetal del crecimiento, ya que participa en la regulación de diversos procesos de crecimiento y desarrollo en plantas como: dominancia apical, tropismos, control de la senescencia, formación de frutos, desarrollo de raíces laterales, diferenciación celular y, división y elongación celular. Además participa indirectamente en la ruta de acción de otras fitohormonas (Taiz y Zeiger, 2006; Saini et al., 2013; Sauer et al., 2013).

Por otro lado, existen compuestos de síntesis que se denominan reguladores de crecimiento, los que, a pesar que en algunos casos difieran levemente en su estructura química, presentan un gran número de actividades biológicas similares a las hormonas vegetales. De esta forma se han desarrollado reguladores de crecimiento de efecto auxínico como por ejemplo el ácido naftalenacético (NAA), el ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), entre otros, y que dependiendo de sus concentraciones pueden ser usados como: herbicidas, promotores del desarrollo de raíces adventicias, u otros usos agronómicos, como son la sincronización de la floración y cuaja de frutos (dependiendo del producto usado) (Sauer et al., 2013). Sin embargo, aunque la aplicación de estos productos químicos pueda significar grandes beneficios para los agricultores, si son mal usados, podrían generar efectos perjudiciales para el cultivo. Específicamente, aquellos que se usan para favorecer la cuaja, si se utilizan en concentraciones excesivas podrían generar deformaciones o disminución en el tamaño de los frutos debido a un aumento en la carga frutal (Agustí et al., 1994), por lo que el uso de estos químicos debe realizarse sobre estructuras específicas de la flor como anteras o pistilo para evitar resultados desfavorables (Gorguet et al., 2005) y en las concentraciones recomendadas para lograr buenos resultados, sin causar problemas al fruto o la planta (Agustí et al., 1994; Escaff et al., 2005; Gorguet et al., 2005).

Debido a que el tamaño de fruto de tomate implica, en la mayoría de los países, mayores precios y mejor venta (Stern, 2007b; Escalona et al., 2009), desarrollar manejos que permitan mayor número y diámetro de frutos se hace cada día más importante para mejorar la rentabilidad del cultivo y, por ello, el uso de reguladores de crecimiento ha empezado a usarse frecuentemente en tomates. Los manejos actuales de estos productos, como giberelinas (GA) y auxinas de síntesis como: 2,4-D y 3,5,6-TPA, para aumentar el tamaño de fruto, son recomendadas cuando existe cuaja, periodo fenológico que coincide con la fase I de desarrollo de fruto, donde predomina la división y elongación celular y, de esta forma potenciar el efecto de estos fitorreguladores sobre el tamaño del fruto (De Jong et al., 2009; Stern, 2007a; Stern, 2007b).

Por otro lado, estudios realizados por Stern et al. (2007a, 2007b), demostraron que la aplicación de otro regulador de crecimiento de efecto auxínico, el 2,4-DP (ácido 2,4 diclorofenoxipropiónico) en ciruelo japonés y cerezo, indujo un aumento del tamaño de los frutos sin disminuir su rendimiento, sus cualidades organolépticas o la calidad de postcosecha. En estos mismos estudios, se logró clarificar que la forma en la que ésta auxina de síntesis influía en el tamaño del fruto, era por su efecto directo sobre la elongación celular y no por raleo de frutos como otras auxinas de síntesis (disminuyendo la competencia por recursos). Sin embargo, el efecto específico del 2,4-DP y su época ideal de aplicación aún no han sido estudiados en tomates. En base a estos antecedentes se propone la siguiente hipótesis y objetivos de este trabajo.

**Hipótesis:**

La aplicación de 2,4-DP aumenta la producción y retención de frutos en tomate, sin producir efectos adversos en la calidad del mismo, teniendo mayor efecto cuando es aplicado durante botón floral.

**Objetivo General:**

Determinar el efecto de la concentración y época de aplicación de 2,4-DP sobre la producción, retención y calidad de fruto en tomate variedad María Italia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El experimento se realizó durante la temporada 2013-2014 en el invernadero frío de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, La Pintana, Santiago, Región Metropolitana, Chile. Las evaluaciones de parámetros de calidad comercial se realizaron en el Laboratorio de Mejoramiento Hortícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Materiales

Se trabajó con 20 plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), de la variedad María Italia (no injertada y crecimiento indeterminado). Las plantas fueron facilitadas por el Vivero Los Olmos, Chimbarongo, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Fueron dispuestas en bolsas plásticas de 40 cm de diámetro, con una densidad de 4166 plantas/ha. El regulador de crecimiento utilizado fue Clementgros plus® Dicloroprop-P-2-etilhexilo 3,7% p/v (2,4-DP), producto fabricado por NUFARM S.A.S. e importado por Nufarm Chile Ltda.

### Metodología

#### Tratamientos y diseño experimental

En el Cuadro 1 se describen los tratamientos realizados, con las respectivas concentraciones del regulador de crecimiento. Todos los tratamientos se aplicaron en uno de los dos estados fenológicos de cada racimo (botón floral cerrado o fruto cuajado de 5 mm de diámetro), reconociendo el estado fenológico cuando más del 50% del racimo se encontraba en aquel estado. A cada tratamiento se le adicionó  $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  de coadyuvante Break®, para facilitar la adherencia del producto a la superficie del órgano tratado, incluyendo el tratamiento control.

El experimento se llevó a cabo en un diseño en bloques completamente aleatorizados (DBCA), con luminosidad como factor de bloqueo y con estructura factorial. Sobre 8 mesas metálicas de 1,20 x 0,6 m (correspondientes a los 4 bloques, 2 mesas por cada uno) se dispusieron a lo más 3 bolsas en cada mesa hasta completar los 5 tratamientos por bloque (Figura 1). La unidad experimental consistió en una planta de tomate variedad María Italia

en eje simple replicada en 4 bloques (4 repeticiones) y con una planta por cada tratamiento, alcanzando un total de 20 unidades experimentales.

Cuadro 1. Concentración y época de aplicación de 2,4-DP en tomates variedad María Italia

Tratamiento	Concentración	Época
T0	1 ml·L <sup>-1</sup> Break©	Fruto cuajado
T1	30 mg·L <sup>-1</sup> 2,4-DP + 1 ml·L <sup>-1</sup> Break®	Botón floral
T2	60 mg·L <sup>-1</sup> 2,4-DP + 1 ml·L <sup>-1</sup> Break®	Botón floral
T3	30 mg·L <sup>-1</sup> 2,4-DP + 1 ml·L <sup>-1</sup> Break®	Fruto cuajado
T4	60 mg·L <sup>-1</sup> 2,4-DP + 1 ml·L <sup>-1</sup> Break®	Fruto cuajado

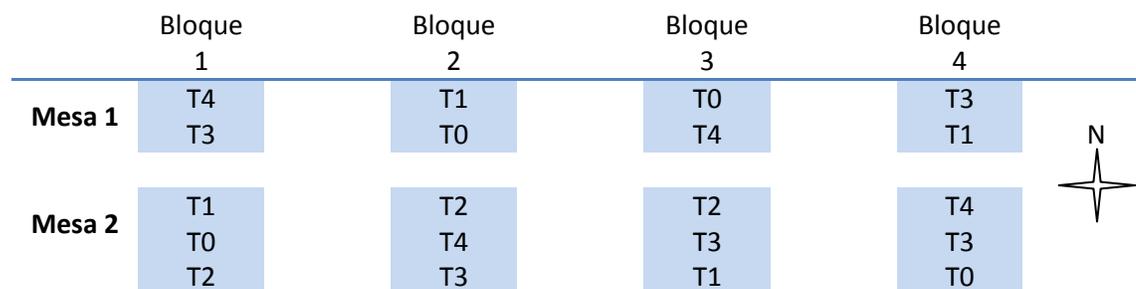


Figura 1. Disposición de los tratamientos con 2,4-DP en tomates var. María Italia en el invernadero (DBCA).

### Procedimiento

El 5 de noviembre de 2013, se realizó el trasplante, de los almácigos provenientes del vivero, a bolsas plásticas de 40 cm de diámetro con una capacidad de 15 L (cada bolsa correspondió a un individuo). El trasplante se realizó en 3<sup>a</sup> hoja verdadera, 35 días después de la siembra (fecha de siembra 3/10/2013). El experimento fue regado bajo un sistema de goteo, diariamente a las 9, 12, 15, 19 y 21 horas, por 10 minutos durante el periodo de mayor requerimiento hídrico.

Dentro del manejo agronómico, asociado al experimento, la conducción se realizó en un eje con desbrote de las yemas axilares, decapitando las plantas al 7<sup>o</sup> piso productivo o a la altura del alambre de amarre cuando correspondiera. Cuando se produjo la floración del primer piso productivo, según señala Escaff et al. (2005), se amarró con cinta garetá (mediante un nudo no corredizo), desde la base del tallo hasta un alambre, con la finalidad de suspender la planta y mantener la verticalidad.

La fertilización se realizó de forma parcializada y manualmente con frecuencia en base a la extracción de nutrientes según la etapa fisiológica del cultivo (FAO, 2002; Holwerda, 2006) y aplicando dosis totales expresadas en el Cuadro 2. Durante el experimento solo se realizó 2 aplicaciones de productos para controlar plagas, una correspondiente a Mospilan® 20%

con una concentración de  $0,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  para el control de mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporarorium* (Westwood)), y otra de aceite parafínico al 1% para el control del ácaro del bronceado o Vasates (*Aculops lycopersici* (Masse)).

Cuadro 2: Fertilizantes y dosis de aplicación estimada de fertilización por planta y temporada en tomates var. María Italia.

Nutriente	Dosis (g/planta)
Nitrato de calcio (15,5-0-0 (27% Ca))	48,75
Sulfato de potasio (0-0-50 (18% S))	25,50

## Evaluaciones

Se cosecharon los tomates del 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>er</sup> y 4<sup>o</sup> piso productivo cuando los frutos alcanzaron cerca de un 90% de color rojo.

### Número de frutos por racimo y planta

Se realizó un conteo manual de los frutos por racimo, a evaluar, en los 4 pisos productivos indicados y de cada una de las plantas. Los resultados fueron expresados como número de frutos por planta.

### Masa de fruto

Se midió con una balanza digital la masa de cada uno de los frutos cosechados en cada tratamiento. Los resultados fueron expresados en gramos/fruto.

### Diámetro ecuatorial y polar

Se midieron todos los frutos cosechados en cada tratamiento con un pie de metro con el objetivo de crear relaciones que permitieron evaluar evidencias de posibles deformaciones en los frutos. Los resultados fueron expresados en centímetros.

### Distribución de calibres en función de la masa de frutos

Se construyeron rangos en función de la masa de frutos para graficar la distribución de calibres. Dado que comercialmente no existen criterios de clasificación estándar, la determinación de los rangos se hizo de manera arbitraria (Cuadro 3).

Cuadro 3. Calibres en función de la masa de frutos en tomates var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Calibres	Límites del rango g fruto <sup>-1</sup>	Criterio nominal
1	0 - 50	muy pequeño
2	> 50 - 100	pequeño
3	> 100 - 150	medio
4	> 150 - 200	grande
5	> 200	muy grande

### **Sólidos solubles**

La unidad muestral correspondió a 2 frutos cosechados de cada piso productivo para cada tratamiento (8 frutos por planta). Con un refractómetro se midió la concentración de sólidos solubles en base a porcentaje.

### **Número de semillas**

La unidad muestral correspondió a un fruto cosechado en forma aleatorizada de cada piso productivo para cada tratamiento. El conteo se expresó en N° de semillas por fruto y se realizó de forma manual.

### **Análisis estadístico**

Los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANDEVA) a través del software informático Infostat®. Cuando existieron diferencias significativas entre las medias ( $p < 0,05$ ), se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey, y se procedió a realizar un análisis factorial de los datos para evaluar el efecto de la época y la concentración del producto. Se analizó la interacción entre la época y la concentración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Retención de frutos por planta

Se realizó un análisis de las variables: porcentaje de retención de frutos, número de flores y número de frutos. No hubo interacción entre los factores analizados, por lo que se realizó un análisis entre los niveles por factor en cada variable (Cuadro 4), pero no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de cada factor ( $p\text{-value}>0,05$ ) según Tukey.

Cuadro 4. Retención de frutos de tomate var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Niveles del factor	Número de flores Flores·pl <sup>-1</sup> ± D.E.	Número de frutos Frutos·pl <sup>-1</sup> ± D.E.	Retención frutos % ± D.E.
Concentración (mg·L <sup>-1</sup> )			
0	17,75 ± 3,30 *	14,00± 3,37	78,43 ± 8,07
30	16,88 ± 2,90	10,38 ± 2,72	61,66 ± 14,54
60	18,50 ± 2,73	13,13 ± 4,32	69,54 ± 17,99
Época de aplicación			
Sin aplicación	17,75 ± 3,30	14,00 ± 3,37	78,43 ± 8,07
Botón floral	16,75 ± 2,05	9,88 ± 3,18	58,09 ± 15,12
Fruto cuajado	18,63 ± 3,34	13,63 ± 3,50	73,11 ± 14,59

\* Variables no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ). D.E. = desviación estándar.

Van Tonder y Combrinck (2003), no lograron obtener diferencias significativas entre 2 reguladores de crecimiento de efecto auxínico (1-NAA y 4-CPA aplicados a concentraciones de 64 y 30 mg·L<sup>-1</sup> respectivamente) respecto del tratamiento control en tomates var. Shirley, logrando porcentajes de retención de fruto cercanos al 80%, superior a los obtenidos en este estudio y para esta variedad en particular. En cambio, Sasaki et al. (2005) logró mejorar la retención de frutos en tomates var. Momotaro expuestos a altas temperaturas al utilizar 20 mg·L<sup>-1</sup> de 4-CPA. Del mismo modo, Gelmesa et al. (2012) encontraron diferencias significativas en la retención de frutos entre las variedades de tomate Roma VF y Fetane aplicados con 2,4-D, siendo aumentada aproximadamente 6 puntos porcentuales (de 54 a 60%) cuando la concentración del regulador de crecimiento aumentaba de 0 a 10 mg·L<sup>-1</sup>. Como se puede observar en el Cuadro 4, y de forma contraria a los resultados mencionados en las publicaciones anteriores, todas las aplicaciones del regulador de crecimiento usadas en este ensayo significaron un descenso en la retención de fruto, aunque no generó cambios suficientes para lograr una diferencia significativa respecto del tratamiento control. Estos resultados junto con la literatura citada sugerirían que la respuesta de reguladores de crecimiento de efecto auxínico en tomate puede estar influenciada fuertemente por el compuesto y variedad utilizada.

### Masa media y forma de frutos por planta

No se presentó interacción entre los factores estudiados, tanto para la masa media como para la forma de fruto, por lo que se realizó un análisis comparativo entre los niveles de cada factor. En los cuadros 5 y 6, se presentan las masas medias y la forma de fruto para las diferentes concentraciones del regulador de crecimiento y momentos de aplicación.

Cuadro 5. Masa media de frutos de tomates var. María Italia, ajustados en función de la carga frutal como covariable tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Niveles del factor	Masa de frutos por planta* g ± D.E.
Concentración (mg·L <sup>-1</sup> )	
0	96,85 ± 37,44
30	91,10 ± 35,63
60	126,68 ± 48,52
Época de aplicación	
Sin aplicación	96,85 ± 35,63
Botón floral	125,68 ± 43,14
Fruto cuajado	92,10 ± 44,44
Cov	Frutos/planta
Significancia	(P=0,6415)
Masa media de fruto (g)	106,48

\*No existieron diferencias significativas entre los niveles de cada factor (p-value>0,05) según Tukey. Cov= Covariable. D.E. = desviación estándar.

Cuadro 6. Forma de los frutos de tomate var. María Italia, ajustados en función de la carga frutal como covariable, tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos, de acuerdo a la relación entre los diámetros ecuatorial y polar para cada uno de los niveles de los factores estudiados.

Niveles del factor	D. ecuatorial*	D. polar*	D. Ecuatorial D.polar <sup>-1</sup> *
	cm ± D.E.	cm ± D.E.	
Concentración (mg·L <sup>-1</sup> )			
0	5,55 ± 0,75 a	4,38 ± 0,52 a	1,26 ± 0,03 a
30	5,47 ± 1,02 a	4,26 ± 0,80 a	1,29 ± 0,07 a
60	6,16 ± 0,95 a	4,79 ± 0,64 a	1,29 ± 0,05 a
Época			
Sin aplicación	5,55 ± 0,75 a	4,38 ± 0,52 a	1,26 ± 0,03 a
Botón floral	6,22 ± 0,76 a	4,83 ± 0,57 a	1,29 ± 0,07 a
Fruto cuajado	5,40 ± 1,12 a	4,22 ± 0,83 a	1,28 ± 0,05 a
Cov	Frutos/planta	Frutos/planta	Frutos/planta
Significancia	(P=0,2471)	(P=0,3415)	(P=0,2789)

\*Variables no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) según Tukey ni interacción entre los factores. Cov= Covariable. D.E. = desviación estándar.

En los cuadros 5 y 6 se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la masa y en la forma de fruto ni para el aumento de concentración de 2,4-DP, ni para la variación en la época de aplicación. Sin embargo, se ha visto que aplicaciones de reguladores de crecimiento de efecto auxínico en tomates y en otras especies frutales generan un aumento en la masa media de frutos y un aumento en el diámetro y en el número de frutos de calibre alto. Por ejemplo, Agustí et al. (1994) utilizaron 2,4-DP en mandarina var. Owari, siendo la concentración de 75 mg·L<sup>-1</sup> la que indujo las máximas medias de fruto, alcanzando los 94,3 g en comparación con el control que solo alcanzó los 83 g. Además, se observó que aplicaciones de 25 o 50 mg·L<sup>-1</sup> del producto en su primera fecha de aplicación fueron significativamente más grandes que los aplicados 15 días después con la misma concentración. Del mismo modo, Van Tonder y Combrinck (2003), evaluaron el efecto de 6 reguladores de crecimiento en tomate var. Shirley, entre ellos 2 auxinas de síntesis (1-NAA y 4-CPA aplicadas a concentraciones de 64 y 30 mg·L<sup>-1</sup> respectivamente), las que lograron aumentar significativamente el peso medio de fruto y obtener una mayor presencia de frutos de calibre alto respecto del control, sin afectar negativamente la forma de fruto. De forma similar a los resultados obtenidos por Agustí et al. (1994) y Van Tonder y Combrinck (2003), Stern et al. (2007a; 2007b) realizaron ensayos sobre ciruelo japonés var. Kesselman y Royal Diamond (2007a) y cerezo var. Bing (2007b) utilizando 4 auxinas de síntesis (entre ellas 2,4-DP) obteniendo resultados significativamente positivos. Por ejemplo, en ciruelo var. Songold (2007a) concentraciones de 15 mg·L<sup>-1</sup> de 3,5,6-TPA lograron aumentar de forma significativa el diámetro de frutos. En cerezo var. Bing (2007b), se observó un aumento significativo

respecto del control en el primer año de ensayo, aumentando la producción (de 20 a 26 kg) y aumentando 5 mm de diámetro respecto del control, equivalente a cerca de 20%.

En este ensayo, al contrario de lo evidenciado en la literatura citada, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (cuadros 5 y 6), pero sí se observó cómo tendencia que las masas y tamaños de los frutos obtuvieron los valores más altos en respuesta a 2,4-DP, sin ser afectado el número de frutos por planta, que tampoco mostró diferencias significativas (Cuadro 4). Del mismo modo, las aplicaciones en el estado de botón floral presentaron los mayores valores de masa y tamaño de fruto (cuadros 5 y 6). Esto se podría explicar porque dicha fecha de aplicación coincide con el comienzo de la división celular del ovario, actividad metabólica muy relacionada con las auxinas y que determinaría el tamaño final del fruto (Gillaspy et al., 1993; Srivastava et al., 2005; De Jong et al., 2009). Además, como se mencionó en el apartado anterior, es posible que exista una interacción entre el regulador de crecimiento y la variedad objetivo, afectando su respuesta. A pesar de esto, en este ensayo no se encontró evidencia estadística que pudiese explicar alguna relación entre los factores concentración y época de aplicación.

Por otra parte, al ver que no existían tales diferencias a nivel de planta, se procedió a realizar un análisis de varianza entre los pisos productivos, de forma de observar si existía una diferencia en la respuesta al tratamiento dado un cambio en el medioambiente del ensayo (Cuadro 10, Apéndice I), en este caso los resultados también reflejan que no existieron diferencias significativas entre un piso y otro a medida que avanzaba la temporada.

## Distribución de calibres

En la Figura 2, se presenta un gráfico de distribución de calibres en función de la masa de los frutos.

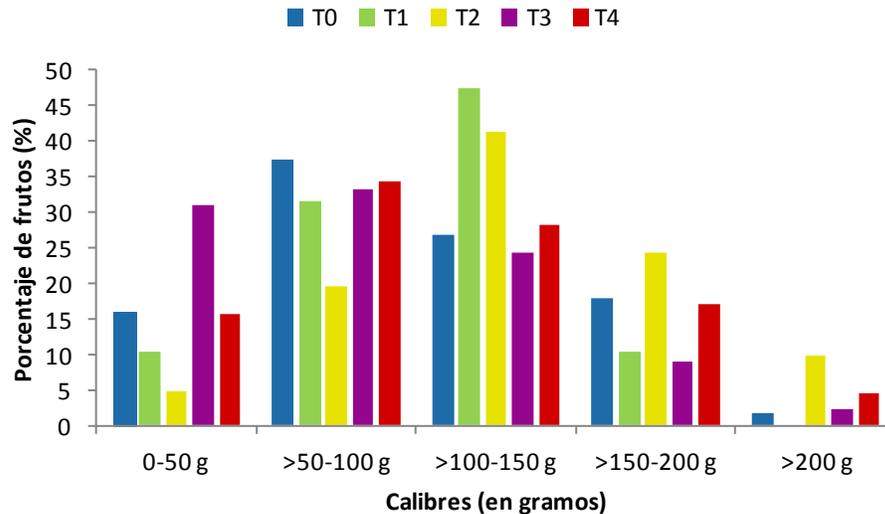


Figura 1. Distribución de calibres en función de la masa de frutos en tomates var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos. No se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según Tukey ( $p \geq 0,05$ ). T0: control, T1:30/BF, T2: 60/BF, T3: 30/FC y T4: 60/FC (Concentración en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ / época de aplicación en Botón floral o Fruto cuajado).

No se manifestaron diferencias entre los tratamientos para la distribución de calibres (Figura 2). Sin embargo, se puede observar que los tratamientos 1 y 2 presentaron los mayores valores de presencia de frutos en los calibres entre 100 y 200 g. Coincidentemente, estos 2 tratamientos corresponden a los aplicados durante el estado de botón floral, lo que indicaría que para esta variable, esta variedad no es sensible a la concentración, pero si a la época de aplicación. En Cuadro 11, Apéndice I, se puede observar el detalle de la información con la que se construyó la Figura 2.

Agustí et al (1994), en un ensayo sobre mandarina var. Owari, encontraron diferencias significativas sobre la distribución de calibre de frutos al comparar 4 concentraciones de 2,4-DP (25, 50, 75 y  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) más un tratamiento control, generando mayor número de frutos comerciales al aplicar  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Años más tarde, en 2007, Stern et al. utilizaron 4 auxinas de síntesis (entre ellas 2,4-DP): sobre ciruelo japonés var. Kesselman (2007a) concentraciones de  $25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de 2,4-DP lograron aumentar un 137% el rendimiento de frutos grandes (de 8,1 a 19,2 kg por árbol); En ciruelos var. Royal Diamond (2007a) los resultados más altos se obtuvieron con tan solo  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de 2,4-DP; En cerezo var. Bing (2007b) se observó un aumento significativo en el calibre respecto del control en la

producción por árbol de frutos de mayor calibre, alcanzando en promedio 6,4 kg por árbol, lo que finalmente se traducía en un aumento de un 65%.

A pesar que en este ensayo no se generaron diferencias estadísticas significativas, se observa una tendencia positiva entre la época de aplicación de 2,4-DP y la mejora en la distribución de frutos hacia calibres mayores, obteniendo mejores resultados cuando es aplicado con la mayor concentración ( $60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) correspondiente al T2. Esto se condice con la literatura citada, lo que sugeriría seguir evaluando distintas concentraciones sobre la variedad María Italia durante el estado de botón floral.

### Sólidos solubles

Se realizó un análisis del porcentaje de sólidos solubles. No se encontró interacción entre los factores estudiados, por lo que se procedió a analizar la existencia de diferencias entre los niveles de cada factor (Cuadro 7).

Cuadro 7. Concentración de sólidos solubles (porcentaje) en frutos de tomate var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Niveles del factor $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ / Época de aplicación		Sólidos solubles * % $\pm$ D.E.
Concentración		
	0	6,23 $\pm$ 0,54
	30	6,33 $\pm$ 0,60
	60	6,09 $\pm$ 0,54
Época		
	Sin aplicación	6,23 $\pm$ 0,54
	Botón floral	5,91 $\pm$ 0,33
	Fruto cuajado	6,50 $\pm$ 0,61

\*No existieron diferencias significativas entre los niveles de cada factor ( $p\text{-value}>0,05$ ).  
D.E. = desviación estándar.

Según Agustí et al. (1994), Stern et al. (2007b) y Bottcher et al. (2011), los tratamientos con auxinas de síntesis generan un cambio en la relación fuente-sumidero en las plantas al ser aplicados en estados iniciales de desarrollo del fruto y con esto modifican los niveles finales de sólidos solubles y tamaño de fruto. Por ejemplo, en el ensayo de Bottcher et al. (2011), aplicaciones de NAA sobre uva var. Syrah, previas al envero (momento fenológico en que comienza la acumulación de azúcares en la baya), generaron un retraso en 10 días en la acumulación de los sólidos solubles necesarios para la cosecha. Sin embargo, a pesar que se acumulaban sólidos solubles a menor velocidad, la tasa de crecimiento de los frutos hacia el día 60 después de la aplicación fue mucho mayor, haciendo que los frutos tratados con NAA fueran 18,5% más pesados que los frutos control. Estos investigadores sugieren que este efecto podría deberse a que la aplicación de NAA predispone al fruto a recibir más azúcar. Esta mayor recepción de azúcar, junto con el posterior aumento asociado en

los niveles de recepción de agua, generaría un aumento en la presión de turgor de la baya, generando una mayor expansión del fruto y por lo tanto, la obtención de frutos de mayor diámetro.

Por lo anterior, y como se puede observar en los coeficientes de correlación lineal de Pearson mostrados en los cuadros 5 y 6, y en el Cuadro 12, Apéndice I, los frutos de mayor masa media y/o diámetro, coincidentemente presentan menores niveles de sólidos solubles.

### Número de semillas

Se realizó un conteo manual del número de semillas por fruto dentro de cada tratamiento. No se encontró interacción entre los factores estudiados, por lo que se procedió a analizar diferencias entre los niveles de cada factor, resultados que son presentados en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Número de semillas por fruto de tomate var. María Italia, ajustados en función de la carga frutal como covariable, tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Niveles del factor	Número de semillas * media $\pm$ D.E.
Concentración ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	
0	109,57 $\pm$ 40,39 a
30	64,09 $\pm$ 35,23 a
60	74,75 $\pm$ 22,48 a
Época de aplicación	
Sin aplicación	109,57 $\pm$ 40,39 a
Botón floral	53,00 $\pm$ 26,40 b
Fruto cuajado	85,84 $\pm$ 22,31 ab
Cov	Frutos/planta
Significancia	(P=0,1890)

\* Medias con letras iguales, dentro de cada factor, no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) según Tukey. Cov=Covariable. D.E. = desviación estándar.

La aplicación de 2,4-DP generó diferencias significativas sobre el número de semillas por fruto, al variar la época de aplicación, no así para la concentración del producto. Aquellos frutos que no fueron aplicados con 2,4-DP presentaron mayor número de semillas por fruto, en comparación con los que si fueron aplicados. Este resultado se podría explicar de acuerdo a lo señalado por Gorguet et al. (2005), Srivastava et al. (2005), De Jong et al. (2009), Gelmesa et al. (2010) y Mariotti et al. (2011), quienes indican que la aplicación de fitoreguladores de efecto auxínico pueden alterar las concentraciones de las giberelinas endógenas y de esa forma generar cambios en el balance de estas hormonas vegetales y producir frutos partenocárpico en algunas variedades de tomate, es decir, generar un fruto de tamaño normal a pesar de la ausencia o presencia de muy pocas semillas. Efecto que se acrecentaría al inicio del proceso reproductivo (botón floral), estado fenológico en el que se encontraron diferencias significativas respecto del control sin aplicar (Cuadro 8).

### Consideraciones finales

Para poder evaluar el efecto de 2,4-DP sobre la producción de tomate variedad María Italia fueron consideradas las variables número de frutos, masa media de frutos y distribución de calibres. En ellas se puede observar que no hay efecto del producto (cuadros 4 y 5, Figura 2). Además, para poder analizar el efecto de la fitohormona sobre la producción se generó la variable producción por planta, que considera la masa total de frutos obtenida por planta. Como se puede ver en el Cuadro 9, no hubo diferencias significativas entre los factores evaluados, por lo que, en cuanto los resultados obtenidos en este ensayo, no existe efecto de 2,4-DP sobre la producción de esta variedad.

Cuadro 9. Producción por planta de tomate var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Niveles del factor	Producción* kg $\pm$ D.E.
Concentración (mg·L <sup>-1</sup> )	
0	1,41 $\pm$ 0,76
30	0,97 $\pm$ 0,47
60	1,57 $\pm$ 0,62
Época de aplicación	
Sin aplicación	1,41 $\pm$ 0,76
Botón floral	1,19 $\pm$ 0,44
Fruto cuajado	1,35 $\pm$ 0,78
Producción media por planta	1,30 kg

\*No existieron diferencias significativas entre los niveles de cada factor (p-value>0,05) según Tukey. D.E. = desviación estándar.

Es conveniente además mencionar, como se puede observar en la Figura 2, existe una tendencia a aumentar la proporción de frutos de tamaños grandes al aplicar 2,4-DP durante el estado de botón floral. Al respecto, Escalona et al. (2009) menciona que en el mercado de tomate para consumo fresco predominan en ventas y precios los frutos de calibres medianos a grandes, por lo que para los productores de tomates, utilizar 2,4-DP generaría beneficios económicos importantes, por cuanto aumentaría las ganancias dado los mayores calibres alcanzados.

Por otro lado, al evaluar el efecto de 2,4-DP sobre la retención de tomate variedad María Italia fue considerada la variable retención de frutos por planta (Cuadro 4). En ella podemos ver que no existieron diferencias significativas entre los niveles de ambos factores (concentración de 2,4-DP y época de aplicación), por lo que en este ensayo respecta, no existen evidencias que permitan esclarecer la efectividad del producto sobre la cantidad de frutos que llegan a cosecha en la variedad María Italia.

En la actualidad y en sentido abstracto el significado de calidad es “grado de excelencia o superioridad”. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente. En términos del servicio o satisfacción que produce a los consumidores, se podría definir también como el “grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por el consumidor”. Se introduce aquí un carácter subjetivo, ya que distintos consumidores juzgarán con un mismo producto de acuerdo con sus preferencias personales (López, 2003). Debido a esto, para evaluar el efecto de 2,4-DP sobre la calidad de fruto de tomate “María Italia”, en este ensayo fueron consideradas: la forma de fruto, sólidos solubles y número de semillas. En ellas se observó que la fitohormona no afectó la forma del fruto, dado que no existen diferencias significativas en la relación entre los diámetros ecuatorial y polar. De la misma forma, el producto no generó diferencias en el contenido de sólidos solubles, por lo que consumidores habituales de esta variedad no debiesen notar cambios en el sabor en frutos aplicados con 2,4-DP. Para el número de semillas, como se observó en el Cuadro 8, la variedad María Italia es sensible a la época de aplicación de 2,4-DP, generando un menor número de semillas al ser aplicados durante el estado de botón floral, aunque de manera general esta variable no significa un factor importante al momento de evaluar la decisión de compra de un producto (López, 2003). De igual forma, la ausencia de defectos físicos o fisiológicos obtenidas en este ensayo ayuda a mantener una buena apariencia de fruto. Existen además otros parámetros que determinan la calidad de un producto pero que no fueron evaluados en este ensayo: el color, tanto en intensidad como uniformidad es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor y que, junto a la firmeza, son los principales factores que permiten la estimación del grado de madurez de un fruto, que en definitiva, es la primera impresión que recibe el consumidor, y que se convierten en el principal factor que afecta la aceptación y posterior decisión de compra del producto (López, 2003; Escalona et al., 2009).

Por otro lado, cabe destacar que existen factores ambientales que podrían estar involucrados sobre la efectividad del producto. Si bien no alteran su accionar, podrían afectar el desempeño del cultivo, y con esto atenuar el real efecto del producto. De esta forma, la temperatura y la humedad relativa del ambiente son factores importantes en la producción del cultivo de tomate. Por ejemplo, temperaturas medias diurnas óptimas recomendadas para el cultivo bordean los 25°C, pero temperaturas nocturnas superiores a los 26°C y diurnas de 35°C provocan el aborto de las flores; para la maduración de fruto la temperatura óptima es 20°C, pero con temperaturas mayores a 30°C se obtiene frutos con coloración insuficiente (FAO, 2002; Escaff et al., 2005; SAGARPA, 2008; De Jong et al., 2009; Escalona et al., 2009). Así mismo, la humedad relativa genera efectos adversos sobre la fecundación del fruto cuando ésta desciende del 50%, generando deshidratación del polen y en consecuencia disminuye la cuaja de frutos (Escaff et al., 2005; SAGARPA, 2008). Al respecto, Escaff et al. (2005) recomiendan humedades relativas superiores al 75% en invernaderos para favorecer la obtención de frutos de mayor tamaño, pero se debe tener en consideración que excesos de humedad podrían desencadenar mayor incidencia de enfermedades tanto al follaje como a las flores. Sin embargo, para este ensayo no se realizaron mediciones sobre estas variables, por lo que su efecto en el cultivo no fue posible cuantificar.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló este ensayo y en base a los resultados obtenidos se puede concluir que:

El regulador de crecimiento 2,4-DP no afecta la producción de tomate “María Italia”.

La aplicación de 2,4-DP no genera cambios en la retención de frutos de tomate “María Italia”

No hay efecto de la fitohormona sintética 2,4-DP sobre la calidad de fruto de tomate “María Italia”

La aplicación de 2,4-DP en el estado de botón floral generó un desplazamiento en la curva de distribución de calibres hacia frutos más grandes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M., V. Almela, M. Aznar, M. El-Otmani, and J. Pons. 1994. Satsuma mandarin fruit size increased by 2,4-DP. *HortScience*, 29(4): 279-281.
- Böttcher, C., K. Harvey, C.G. Forde, P.K. Boss and C. Davies. 2011. Auxin treatment of pre-veraison grape (*Vitis vinifera* L.) berries both delays ripening and increases the synchronicity of sugar accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17: 1-8.
- De Jong, M., C. Mariani and W. H. Vriezen. 2009, Mar. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. *Journal of Experimental Botany*, 60(5): 1523-1532.
- Ding, J., B. Chen, X. Xia, W. Mao and K. Shi. 2013. Cytokinin-induced parthenocarpic fruit development in tomato is partly dependent on enhanced gibberellin and auxin biosynthesis. *PLoS ONE*, 8(7).
- Escaff M., C. Barrera, A. Bruna, P. Estay, R. Ferreyra, P. Gil y P. Maldonado. 2005. Cultivo del tomate bajo invernadero. (Bol. N° 128), Estación experimental La Cruz, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). La Cruz, Chile: INIA. 79p.
- Escalona, V., P. Alvarado, H. Monardes, C. Urbina, y A. Martin. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). CEPOC Universidad de Chile. 60p. Recuperado en: <[http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf)> Consultado el: 20 de Septiembre de 2013.
- FAO. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Estudio Producción y Protección Vegetal 90. FAO. Roma, Italia. Recuperado en: <<http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm#Contents>> Consultado el: 10 de Noviembre de 2015.
- FAO, 2015. Base de datos FAOSTAT. Recuperado en: <[http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/\\*/S](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/*/S)> Consultado el: 20 de Diciembre de 2015.
- Gelmesa, D., A. Bekele and L. Desalegn. 2010, Nov. Effects of gibberellic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid spray on fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2 (10): 316-324.
- Gillaspy, G., H. Ben-David and W. Gruissem. 1993. Fruits: A developmental perspective. *Plant Cell*, 5: 1439-1451.
- Gorguet, B., A. Heusden and P. Lindhout. Aug, 2005. Parthenocarpic fruit development in tomato. *Plant Biology*, 7(2): 131-139.

Holwerda, H.T. 2006. Guía de manejo, Nutrición vegetal de especialidad: Tomate. CropKit, Sociedad Química Chilena S.A. Santiago, Chile. 83p. Recuperado en: <[http://www.sqm.cl/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop\\_Kit\\_Tomato\\_L-ES.pdf](http://www.sqm.cl/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf)> Consultado el: 25 de Octubre de 2013.

Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2013. Informe anual agropecuario 2011. Recuperado en: <[http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario\\_de\\_publicaciones/pdf/agropecuarias\\_informe\\_anual\\_2011.pdf](http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/agropecuarias_informe_anual_2011.pdf)>. Consultado el: 20 de Septiembre de 2013.

López, A. 2003. La calidad en frutas y hortalizas. En: Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO*, 151.

Mariotti L., P. Picciarelli, L. Lombard and N. Ceccarelli. 2011, Mar. Fruit-set and early fruit growth in tomato are associated with increases in indoleacetic acid, cytokinin, and bioactive gibberellin contents. *Journal of Plant Growth Regulation*. 30: 405-415.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), 2013. Situación del tomate para consumo fresco 2013. (Inf ODEPA). 11p. Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl//odepaweb/publicaciones/doc/11729.pdf;jsessionid=F1D3D3F1D197DF3D5B20B1D7A84EA012>> Consultado el: 20 de Septiembre de 2013.

Saini, S. , I. Sharma, N. Kaur and PK. Pati. 2013. Auxin: a master regulator in plant root development. *Plant Cell Rep.* 32:741–757.

Sasaki, H., T. Yano and A. Yamasaki. 2005. Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 39(2):135-138.

Sauer, M., S. Robert and J. Kleine-Vehn. 2013. Auxin: simply complicated. *Journal of Experimental Botany*, 64(9): 2565–2577.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el Estado de Nuevo León. 183p. Recuperado en: < <http://www.siac.org.mx/tecno/NL38.pdf> > Consultado el: 13 de Abril de 2016.

Seminis, 2014. Descripción de productos: Tomate María Italia. [En línea]. Recuperado en: <<http://www.seminis.com/global/cl/products/Pages/TomateMar%C3%ADaItalia.aspx>> Consultado el: 3 de Diciembre de 2014.

Stern, R. A., Flaishman, M. and R. Ben-Arie. 2007a, Apr. Effect of synthetic auxins on fruit size of five cultivars of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). *Scientia Horticulturae*, 112(3): 304-309.

Stern, R. A., M. Flaishman and R. Ben-Arie. 2007b, Nov. Effect of synthetic auxins on fruit development of 'Bing' cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 114 (2007): 275-280

Srivastava, A. and A. Handa. 2005, sep. Hormonal regulation of tomato: a molecular perspective. *Journal of Plant Growth Regulation*, 24:67-82.

Taiz, L. and E. Zaiger. 2006. Plant physiology. 3th ed. Universitat Jaume I de Castellón, España. 1338p.

Van Tonder, C. S.M and N. J.J. Combrink. 2003, Jan. The effect of plant-growth regulators on the production of out-of-season greenhouse tomatoes (*Lycopersicum esculentum* L.), *South African Journal of Plant and Soil*, 20(4):165-168.

## APÉNDICE I

Cuadro 10. Masa media de frutos de tomates var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Tratamientos	Masa media de fruto*				
	Racimo 1	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Media /pl.
T0	74,08	107,30	108,64	98,09	97,03
T1	101,57	111,16	114,42	93,00	105,04
T2	150,34	123,03	152,33	126,83	138,13
T3	66,31	98,53	86,58	87,75	84,79
T4	89,78	130,43	122,39	93,22	108,95

\*No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ni entre racimos dentro de cada planta. (Según la prueba de comparación múltiple de Tukey (p-value  $\geq 0,05$ )).

Cuadro 11. Participación de los distintos calibres de frutos de tomate cv. María Italia en cada tratamiento, expresado en porcentaje. BF.: Botón floral. FC.: Fruto cuajado.

Tratamiento	Época de aplicación/ mg·L <sup>-1</sup>	Participación *				
		Calibre 1	Calibre 2	Calibre 3 %	Calibre 4	Calibre 5
T0	FC/0	16,07	37,50	26,79	17,86	1,79
T1	BF/30	10,53	31,58	47,37	10,53	0,00
T2	BF/60	4,88	19,51	41,46	24,39	9,76
T3	FC/30	31,11	33,33	24,44	8,89	2,22
T4	FC/60	15,63	34,38	28,13	17,19	4,69
Porcentaje del total		15,64	31,26	33,64	15,77	3,69

\*No existieron diferencias significativas en la participación de los calibres dentro de cada tratamiento ni entre tratamientos dentro de cada calibre (p-value > 0,05) según Tukey.  
Calibre 1: 0-50 g, Calibre 2: >50 a 100 g, Calibre 3: >100 a 150 g, Calibre 4: > 150 a 200 g y Calibre 5: > 200 g.

Cuadro 12. Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre el contenido de sólidos solubles y masa media, diámetro ecuatorial y polar de frutos de tomates var. María Italia tratados con 2,4-DP en distintos estados fenológicos.

Variables correlacionadas	Coefficiente de Pearson
SS-M	-0,56
SS-D.E	-0,47
SS-D.P	-0,45

SS: Sólidos solubles, M: masa media de frutos, D.E: Diámetro ecuatorial de frutos, D.P: Diámetro polar de frutos.