

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de título

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BENCILADENINA SOBRE LA
PRODUCCIÓN DE TOMATE CULTIVAR FIORENTINO CULTIVADO EN
CONDICIONES CONTROLADAS**

ANÍBAL ENRIQUE ARAYA PIZARRO

**SANTIAGO – CHILE
2014**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de título

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BENCILADENINA SOBRE LA
PRODUCCIÓN DE TOMATE CULTIVAR FIORENTINO CULTIVADO EN
CONDICIONES CONTROLADAS**

**EFFECT OF BENZYLADENINE TREATMENT ON FIORENTINO TOMATO
PRODUCTION GROWTH IN CONTROLLED CONDITIONS**

ANÍBAL ENRIQUE ARAYA PIZARRO

**SANTIAGO – CHILE
2014**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BENCILADENINA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CULTIVAR FIORENTINO CULTIVADO EN CONDICIONES CONTROLADAS

Memoria para optar al título
profesional de Ingeniero Agrónomo

ANÍBAL ENRIQUE ARAYA PIZARRO

Profesores Guías	Calificaciones
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	7,0
Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0
Profesores Evaluadores	
Sra. M. Cecilia Peppi A. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	6,9
Sr. Nicola Fiore Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,8

SANTIAGO – CHILE
2014

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis.....	5
Objetivo.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Metodología	6
Diseño experimental y tratamientos.....	6
Procedimiento	7
Evaluaciones	8
Número de flores y número frutos	8
Masa fresca de fruto a cosecha.....	8
Tamaño de fruto y distribución de calibres a cosecha	8
Número de frutos con forma anómala.....	9
Número de semillas por fruto.....	9
Análisis estadístico.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
Número de flores y número frutos	10
Masa fresca de frutos a cosecha	11
Tamaño de fruto y distribución de calibres a cosecha	12
Frutos con forma anómala.....	13
Número de semillas por fruto.....	14
CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	17

APÉNDICE I.....	20
APÉNDICE II	21

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar gracias de corazón a toda mi gran familia. En especial a mis padres, Lucila y Aníbal, por su apoyo, ánimos, consejos y amor entregados durante toda mi vida. Sin duda, no habría llegado hasta acá sin ustedes a mi lado.

A mi hermana, Lucy, por acompañarme todos estos años que he pasado en Santiago.

También, agradecer a mis tías, tíos, primas y primos, que de verdad son como mis segundos padres y hermanos. Igualmente agradecer, a la Mama Rosa y el Tata Ramón, por su gran cariño y preocupación.

A todos mis amigos de la U, por su compañía y alegrías, en particular a la "Pandilla" por esos momentos más que divertidos y chistosos que pasamos el día a día y hasta hoy. También, a mis viejos amigos, que siempre han estado ahí a pesar de la distancia.

A mis profesores guías, Ricardo Pertuzé y Thomas Fichet, no sólo por ayudarme a llevar a cabo esta memoria, sino también por su cercanía y por las oportunidades que me han dado para formarme como profesional.

RESUMEN

La formación de la flor, como el posterior desarrollo del fruto, están fuertemente regulados por hormonas vegetales, entre ellas las citoquininas. Estas fitohormonas están asociadas con la división celular y por lo tanto con el crecimiento de los órganos de la planta, tanto reproductivos como vegetativos. El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de diferentes concentraciones de benciladenina (BA) sobre la producción de tomate.

Se llevó a cabo un experimento, durante la temporada 2012-2013, bajo malla antiáfidos, en plantas de tomates cv. Fiorentino injertadas sobre el patrón Emperador y conducidas a dos ejes. Se utilizaron concentraciones de 0; 10; 20 y 40 mg·L⁻¹ de BA, las cuales se aplicaron en solución mediante pincel en el momento de botón floral y posteriormente se repitió la misma concentración al momento de observar ovarios fecundados. Ello se realizó analizando individualmente el estado de los racimos de cada piso.

Los tomates se fueron evaluando cuando estos presentaron color rojo completo. Las variables medidas fueron: número de flores y frutos por racimo, masa de fruto, diámetros polar y ecuatorial de frutos, número de semillas por fruto. Los tratamientos con BA no provocaron diferencias estadísticamente significativas para los parámetros evaluados. Los resultados anteriores sugieren que se deberían probar mayores concentraciones y/o aumentar el número de aplicaciones para poder inducir mayor crecimiento de los frutos en este cultivar.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., citoquinina, cuaja, tamaño de fruto, forma de fruto.

ABSTRACT

Flower formation and the later fruit development are strongly regulated by plant hormones, among which there are the cytokinins. These phytohormones are associated with cell division and therefore with growth of the plant organs, both vegetative and reproductive. The aim of this trial was to determine the effect of different concentration of benzyladenine (BA) on tomato production.

The experiment was performed during the 2012-2013 season, in a screenhouse with tomato plants cv. Fiorentino grafted on Emperador rootstock and guided on two axis. The tested concentrations were 0; 10; 20; 40 mg•L⁻¹ BA, each treatment consisting on two applications made with a small brush, first at floral bud and later at ovary fertilization with the same concentration. This was done analyzing individually the stage of the cluster of each production floor.

Each tomato was evaluated when fruits were full red color was observed. The measured variables were: number of flowers and fruits per cluster, fruit mass, polar and equatorial diameter of fruits, the number of seeds per fruit. BA treatments did not result in statistically significant differences for the evaluated parameters. These results suggest that higher concentrations or increases in the number of applications should be tested to induce greater growth of the fruits in this cultivar.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., cytokinins, fruit set, fruit size, fruit shape.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la cuarta hortaliza más cultivada en Chile. Se encuentra ampliamente distribuida a nivel nacional, ocupando una superficie de 5.463 ha. Existen básicamente dos formas de producirlo: las que se desarrollan al aire libre y bajo plástico (ODEPA, 2010; INE, 2012).

El sistema bajo plástico utiliza una estructura la cual protege a las plantas de condiciones adversas y también otorga temperaturas más benignas, para una entrada en producción precoz. Por otra parte, al aire libre se suelen realizar cultivos de primavera-verano. Además, existen dos tipos de tomates; los de hábito de crecimiento indeterminado y determinado, que según sea su fin productivo pueden ser para consumo fresco o procesado (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995; Giaconi y Escaff, 2004).

Según Escaff *et al.* (2005), los factores que intervienen en la floración y fructificación del tomate, es decir, en la producción, son; la luz, la temperatura, la humedad y la nutrición. Además, definen que el factor ambiental más importante para la floración y cuaja del fruto, es la temperatura. Con temperaturas bajo los 13°C y sobre los 32°C el polen deja de ser funcional por lo que se producen abortos florales. Poca luz induce la formación de flores pequeñas y defectuosas y el exceso de nitrógeno proporciona un desbalance vegetativo-reproductivo.

La humedad relativa óptima para el tomate varía entre 60 y 80%. Cuando la humedad relativa es muy baja afecta la fijación del polen al estigma de la flor. Por otra parte, humedades relativas muy altas provocan la adherencia de los granos polen entre si y a los estambres, inhibiendo la polinización, abortándose así parte de las flores y también favorecen la aparición de enfermedades en la parte aérea y agrietamiento de frutos (Castilla, 1995; Escaff *et al.*, 2005).

Durante el desarrollo del fruto de tomate se pueden distinguir cuatro fases. La primera corresponde a los procesos de desarrollo del ovario, la fecundación y posterior cuaja, la segunda comprende la formación de las semillas y de los embriones, la tercera fase comprende la expansión celular y la maduración de los embriones y la última fase incluye la maduración, caracterizada por el cambio de color del fruto. Cada fase de crecimiento está asociada con diferentes hormonas vegetales donde auxinas, giberelinas y citoquininas juegan un papel importante en la primera, segunda y tercera fase, mientras que en la cuarta dominan el ácido abscísico y el etileno (Guillapsy *et al.*, 1993; Stivastava y Handa, 2005).

En base a este conocimiento es que se ha comenzado a utilizar diferentes productos dirigidos a beneficiar el crecimiento de los frutos, la cuaja y el color, entre otros, para obtener un mejor rendimiento comercial. Entre los productos usados se encuentran los reguladores de crecimiento donde Nuño (2007), señala el uso de auxinas, giberelinas y citoquininas bajo condiciones adversas de alta o baja temperatura. Auxinas favorecerían un

crecimiento y desarrollo sostenido de los brotes, flores y mejoraría el prendimiento de los frutos debido a un incremento en la tasa y velocidad de reposición del tRNA en los primordios. Por otro lado, las giberelinas promoverían una rápida brotación y floración por incremento de enzimas de hidrólisis aumentando las reservas energéticas disponibles. Y las citoquininas influirían positivamente en la división celular, así mismo en el vigor de los brotes favoreciendo el flujo de reservas hacia tejidos en crecimiento y desarrollo. También, Chamarro (1995), indica que aplicaciones exógenas de citoquininas promueven el desarrollo floral cuando existen condiciones limitantes.

Las citoquininas son compuestos químicos de origen natural o sintético, que forman parte de la regulación de variados procesos fisiológicos en la planta entre los cuales se puede nombrar la división celular, germinación, maduración de los cloroplastos, elongación celular, morfogénesis de raíces y tallos, retraso de la senescencia y modificación de la relación fuente-receptáculo (Taiz y Zaiger, 2006).

Entre los compuestos con actividad citoquinínica existen básicamente dos grupos. Los encontrados en la naturaleza que son aminopurinas con el N⁶ sustituido, como por ejemplo la benciladenina (BA), y por otro lado, compuestos sintéticos del tipo difenilurea, como el tidiazurón (TDZ) (Taiz y Zaiger, 2006).

Los usos más comunes de las citoquininas son en micropropagación para el cultivo de tejidos; en árboles frutales para modificar la arquitectura de la planta estimulando la formación de brotes laterales y en manzanos como raleador y modificador de la forma del fruto (Walsh, 2003). Las aplicaciones exógenas de citoquininas como BA y CPPU han demostrado promover cuaja y desarrollo de frutos en especies vegetales como pepinos, tomates, melones y sandías (Takeno *et al.*, 1992; Ogawa *et al.*, 1990; Hayata *et al.*, 1995; Hayata *et al.*, 2000; Milic *et al.*, 2007; Matsuo *et al.*, 2012; Ding *et al.*, 2013).

Actualmente, se ha encontrado que existe una correlación entre las cantidades de citoquininas y la división celular. Según Matsuo *et al.* (2012), la aplicación de una citoquinina de síntesis como CPPU, promueve en el proceso de división celular en frutos partenocárpicos de tomate. Además, mencionan que las citoquininas promueven el crecimiento del pedicelo e influyen en el transporte de fotoasimilados, agua y nutrientes hacia la fruta. El incremento en los niveles de citoquininas mejoran la capacidad de competencia de los frutos por asimilado, logrando la retención y posterior crecimiento (Roitsch y Ehneb 2000; Stivastava y Handa, 2005). Por otra parte, Mariotti *et al.* (2011), tienen evidencia experimental, cuantificando citoquininas naturales, que sustentan la idea que estos compuestos juegan un papel importante en la cuaja y en el crecimiento temprano de tomates.

Hipótesis

Aplicaciones de benciladenina aumentan la cuaja en *Solanum lycopersicum* L. cv. Fiorentino.

Objetivo

Evaluar el efecto de la benciladenina sobre la cuaja y rendimiento de tomate *Solanum lycopersicum* L. cv. Fiorentino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El ensayo se llevó a cabo durante la temporada primavera-verano 2012-2013, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, comuna de La Pintana, región Metropolitana, bajo malla antiáfidos, en una nave de 18 m x 9 m (33°34'12"S 70°38'4"O). Por otra parte, las mediciones de frutos se realizaron en el laboratorio de Mejoramiento Hortícola y Control de Malezas.

Materiales

Para el ensayo se ocuparon 20 plantas de *Solanum lycopersicum* L. cv. Fiorentino injertadas sobre patrón Emperador (*S. lycopersicum* L. x *S. hirsutum* Dunal). Las plantas fueron tratadas con el regulador de crecimiento Cylex®, el cual contiene un 2% de benciladenina como ingrediente activo.

Metodología

Diseño experimental y tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos (Cuadro 1), en un diseño en bloques completos al azar (Figura 1) con 5 bloques distribuidos según la incidencia de luz. La unidad experimental fue una planta de tomate guiada en 2 ejes.

Cuadro1. Concentraciones de BA aplicados en tomate cv. Fiorentino.

Tratamiento	Ingrediente activo	Concentración mg·L ⁻¹
T0	-	-
T1	Benciladenina	10
T2	Benciladenina	20
T3	Benciladenina	40

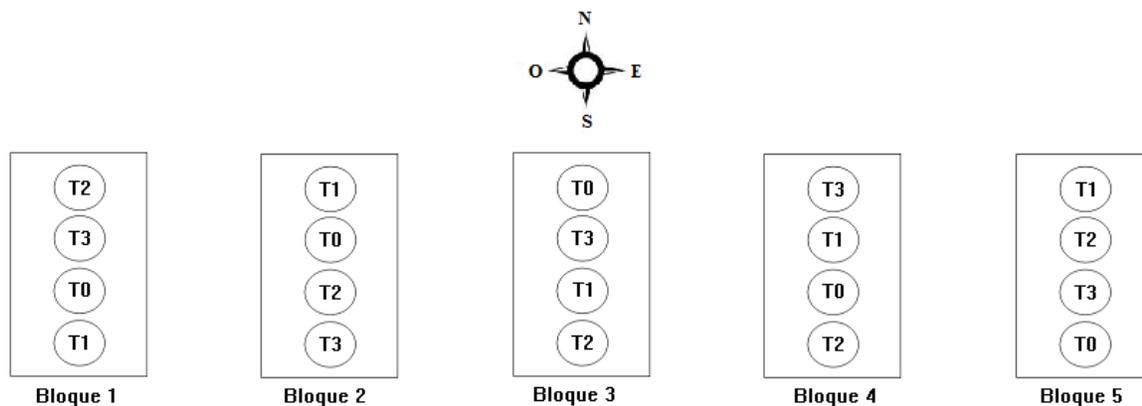


Figura 1. Disposición de bloques y tratamientos. T0, T1, T2 y T3 son respectivamente concentraciones de 0, 10, 20, 40 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de BA en tomate cv. Fiorentino.

Los tratamientos fueron dirigidos a las inflorescencias en dos momentos y usando la misma concentración. El primero en botón floral cerrado y el segundo en abscisión de pétalos del primer fruto cuajado (Figura 2), aplicando la solución acuosa mediante un pincel.

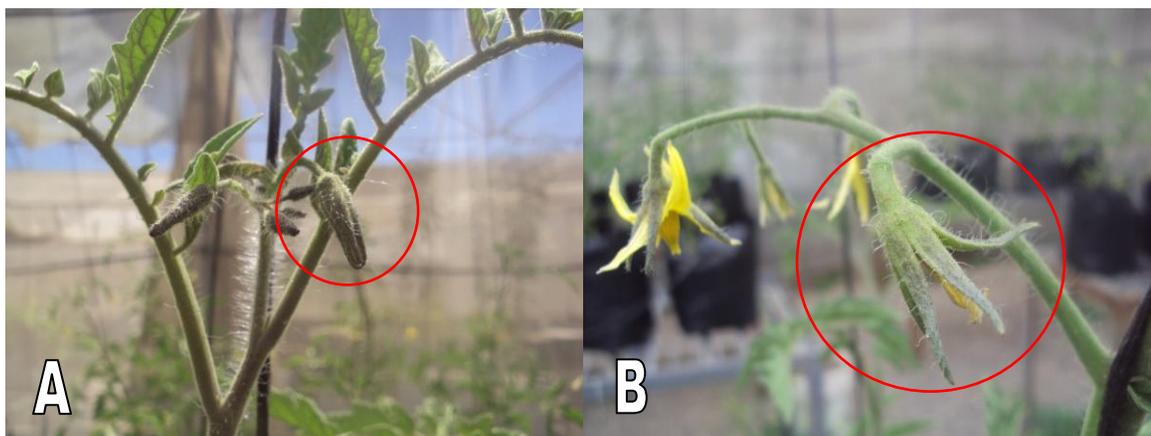


Figura 2. Estado fenológicos de la primera (A) y segunda (B) aplicación de cada tratamiento de BA en tomate cv. Fiorentino.

Procedimiento

El establecimiento de las plantas se efectuó el 22 de octubre de 2012, en bolsas de 12 litros de capacidad, con un sustrato de suelo agrícola, perlita y tierra de hojas en partes iguales. Las plantas fueron guiadas a dos ejes y despuntadas cuando alcanzaron el sexto racimo para determinar el crecimiento vegetativo del cultivo. Además, se integraron prácticas culturales como la remoción de brotes laterales y hojas basales envejecidas. Se decidió no determinar la carga a través de raleo para evaluar el potencial de frutos cuajados. Durante el período de cultivo las plantas se regaron mediante goteo y se hicieron dos aplicaciones, para control de

polilla del tomate y para ácaros fitófagos. Finalmente, la cosecha se realizó cuando los frutos presentaron color rojo completo y para mantener la trazabilidad de las evaluaciones, se asignó un código a cada fruto según el bloque, tratamiento, racimo y fruto dentro del racimo.

Evaluaciones

Número de flores y número frutos

Se contabilizó el número de flores y frutos de cada racimo de los tres primeros pisos de producción con el fin de establecer un porcentaje de cuaja.

Masa fresca de fruto a cosecha

Se midió la masa de todos los frutos de los tres primeros pisos de producción, en estado rojo completo, con una balanza (Ohaus Scout Pro), expresando el valor como gramos con una precisión de 0,01g.

Tamaño de fruto y distribución de calibres a cosecha

Se midió el diámetro ecuatorial y polar de frutos en estado rojo completo (100% de color rojo) de los tres primeros pisos de producción. Las mediciones se realizaron con un pie de metro, además, se guardó digitalmente un respaldo usando un escáner y aplicando el programa Tomato Analyzer (2012) para obtener las mediciones expresadas en mm. Se efectuó la clasificación según NCh.1792/2001 de acuerdo al diámetro ecuatorial de los frutos para definir 8 calibres (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de frutos de tomate para consumo fresco (INN, 2001).

Calibre	Diámetro ecuatorial
	---mm---
1	> 102
2	82 – 101
3	67 – 81
4	57 – 66
5	47 – 56
6	40 – 46
7	35 – 39
8	30 – 34

Número de frutos con forma anómala

Se contabilizaron los frutos de los primeros tres pisos de producción y se estableció un porcentaje de frutos anómalos en relación al total. Fueron considerados frutos anómalos aquellos que presentaron un mal cierre en la zona apical, algún tipo de cicatriz o aquellos que no presentaron la forma globosa regular.

Número de semillas por fruto

Se diseccionaron todos los frutos de los dos primeros pisos de producción en estado rojo completo y se contaron las semillas.

Análisis estadístico

Para los porcentajes de cuaja y distribución de calibres se realizó transformación de Bliss correspondiente a $y = \arcsen(p/100)^{1/2}$.

Se realizó un ANDEVA, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Si se detectaron diferencias significativas, los valores se sometieron a una prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un 5% de significancia.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Infostat (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de flores y número frutos

Como se observa en el Cuadro 3, no hubo diferencias estadísticamente significativas para las variables de número de flores y número frutos por planta. Además, se estableció un porcentaje de cuaja considerando una separación temporal por piso de producción, debido a las diferentes variables ambientales que influyen este parámetro (Castilla, 1995; Escaff *et al.*, 2005). A pesar de lo anterior, no hubo diferencias entre los tratamientos para el porcentaje de cuaja por piso y al evaluar la planta completa.

Por otra parte, la cuaja de los pisos superiores disminuyó, aparentemente según fueron aumentando las temperaturas en la temporada (Apéndice I).

Cuadro 3. Número frutos, número de flores y porcentaje de cuaja en tomate cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA. T0, T1, T2 y T3 son concentraciones de 0, 10, 20, 40 mg·L⁻¹ de BA respectivamente.

[BA] mg/L	Flores por planta --ud/pt--	Frutos por planta --ud/pt--	Primer Piso	Segundo Piso	Tercer Piso	Total Planta
			-----%-----			
0	33,4	24,8	96,66	90,66	50,90	76,06
10	35,2	26,8	93,00	79,16	59,58	77,24
20	34,2	24,6	86,07	82,52	59,16	75,36
40	34,6	26,2	94,00	83,61	56,10	77,92

No se presentaron diferencias significativas para ninguno de los parámetros presentados en este cuadro ($p < 0,05$).

Se tiene antecedentes que las aplicaciones de citoquinas poseen la capacidad de modificar los parámetros evaluados en especies hortícolas, por ejemplo, Ramírez *et al.* (2010), encontraron que al utilizar 10 mg·L⁻¹ BA, hubo un aumento en el número de flores por planta y cuaja de frutos pero ello en plantas de pimiento. En contraste, Papadopoulos *et al.* (2006), utilizando 10 mg·L⁻¹ kinetina no encontraron diferencias en el número de flores y cuaja en tomates cv. Rapsodie, tanto en condiciones de cultivo de primavera-verano como de otoño-invierno. Sin embargo, estos dos ensayos anteriores plantearon el uso de citoquininas como aspersión al follaje y no dirigido a las inflorescencias como se hizo en este experimento.

Siguiendo la idea anterior, Van Tonder y Combrinck (2003), realizaron aplicaciones sobre inflorescencias de tomates cv. Shirley con 10 mg·L⁻¹ CPPU, cultivados fuera de temporada. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en la cuaja respecto al control. Además, mencionan que existió una tendencia a aumentar la cuaja cuando se aplicó la

citoquinina dos veces en vez de una. Por otra parte, Mahmood (2012), tampoco encontró efecto sobre la cuaja en otra solanácea, berenjena, al usar $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BA sobre flores emasculadas.

En otra especie hortícola, como el melón, el comportamiento de la cuaja varía dependiendo del compuesto químico utilizado, BA sería más inestable en las condiciones ambientales bajo las cuales se produce poca cuaja. En cambio, otra citoquinina, CPPU, tendría un efecto más consistente (Hayata *et al.*, 1995). Lo anterior sugiere que la respuesta sobre la cuaja de las citoquininas en tomates, al igual que en melón, puede estar determinada en parte por el ingrediente activo usado y también por las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla el cultivo.

Masa fresca de frutos a cosecha

Respecto a la masa de los frutos, al igual que en el porcentaje de cuaja, se decidió separar por piso y aún así, no hubo diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la aplicación de BA (Cuadro 4). Sin embargo, en tomates el uso de otras citoquininas puede provocar el aumento de masa de los frutos como lo indican Van Tonder y Combrinck (2003), al usar $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ CPPU sobre los racimos, repitiendo tres veces la aplicación. Considerando lo anterior, respecto a la concentración y el regulador ocupado, es posible que la cantidad de aplicaciones de BA usadas hayan sido pocas para poder inducir aumento de masa.

Cuadro 4. Promedio de la masa fresca de fruto según piso en tomates cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

[BA] mg/L	Primer Piso	Segundo Piso	Tercer Piso	Total 3 pisos	Masa fresca por planta
	-----g/piso-----				-----g/pt-----
0	73,42	68,08	71,02	70,47	1.825
10	71,34	64,02	67,85	67,73	1.779
20	66,87	69,74	66,76	67,08	1.746
40	68,76	70,03	69,90	69,04	1.790

No se presentaron diferencias significativas para ninguno de los parámetros presentados en este cuadro ($p < 0,05$).

Tamaño de fruto y distribución de calibres a cosecha

Respecto al tamaño de los frutos obtenidos a cosecha, como se observa en el Cuadro 5, no hubo diferencias significativas al evaluar los diámetros polar (Dp) y ecuatorial (De). Además, para evaluar la forma de los frutos se realizó una relación entre los diámetros, cuando el cociente entre Dp/De fue 1 ello indicó frutos simétricos y mientras menor fue el número se relacionó con frutos más achatados. Para todos los tratamientos se obtuvieron frutos achatados, pero sin diferencias significativas entre ellos, indicando que no hubo efecto al modificar esta relación con las concentraciones ensayadas.

Cuadro 5. Relación diámetro polar/diámetro ecuatorial (Dp/De) en tomate cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

[BA] mg/L	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	Dp/De
	-----mm-----		
0	44,96	53,29	0,85
10	44,06	52,46	0,84
20	43,52	52,23	0,84
40	44,12	53,43	0,83

No se presentaron diferencias significativas para ninguno de los parámetros presentados en este cuadro ($p < 0,05$).

Van Tonder y Combrinck (2003), ensayaron diferentes reguladores de crecimiento en tomates y concluyeron que mezclas de BA y GA₃ producían frutos más simétricos en comparación con tratamientos de citoquininas, giberelinas o auxinas por si solas.

Atai *et al.* (1995), utilizando 100 mg·L⁻¹ de 4PU-30, otra citoquinina de síntesis, promovieron el crecimiento ecuatorial de los frutos de caqui. También, postulan que la respuesta a las citoquininas depende del tipo de fruto en el cual se utilicen. Por otra parte, en manzanas aplicaciones BA promueven un mayor diámetro polar (Basak, 2006; Milic *et al.*, 2007). No obstante, en tomate no hubo efecto de BA en modificar los diámetros.

La distribución de frutos de tomate, por diámetro ecuatorial según NCh. 1792/2001, no presentó diferencias significativas para cada uno de los calibres obtenidos (Figura 3). Papadopoulos *et al.* (2006), determinaron que las aplicaciones de kinetina a la planta completa, en tres estados fenológicos, aumentaba el tamaño de frutos en tomates cv. Rapsodie, pero sólo en las condiciones de cultivo de otoño-invierno y no así en primavera-verano. También, Van Tonder y Combrinck (2003), utilizando 10 mg·L⁻¹ de CPPU una, dos o tres veces sobre los racimos de tomates cv. Shirley, no obtuvieron diferencias en relación al testigo al aumentar la cantidad de frutos mayor a 37 mm de diámetro ecuatorial. Cabe destacar, que la clasificación de calibres varía de un país a otro.

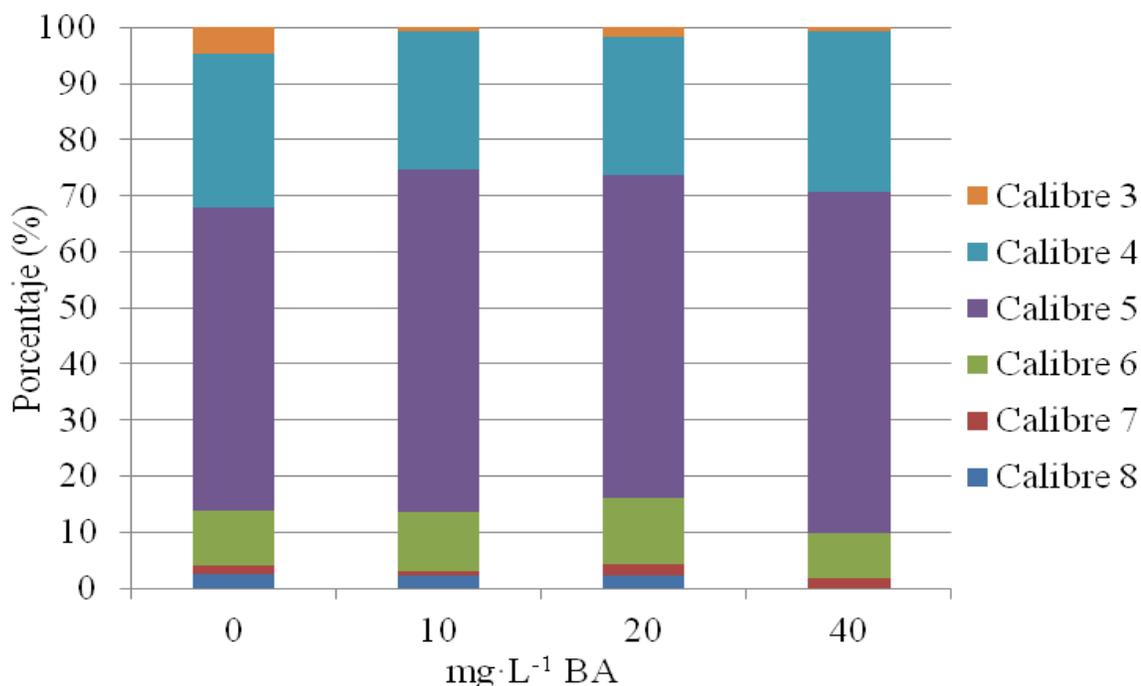


Figura 3. Distribución de calibres según NCh. 1792/2001 en tomates cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

Frutos con forma anómala

El número de frutos deformes obtenidos fue muy bajo (Cuadro 6), por lo que no se presenta como una limitante y además, la BA tampoco manifestó un efecto en el aumento o disminución de este tipo de desorden (Figura 4).

Cuadro 6. Conteo de frutos anómalos en tomates cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

[BA] mg/L	Total de frutos cosechados	Número de frutos deformes	Porcentaje del total
0	124	1	0,80
10	134	1	0,74
20	133	1	0,75
40	131	1	0,76

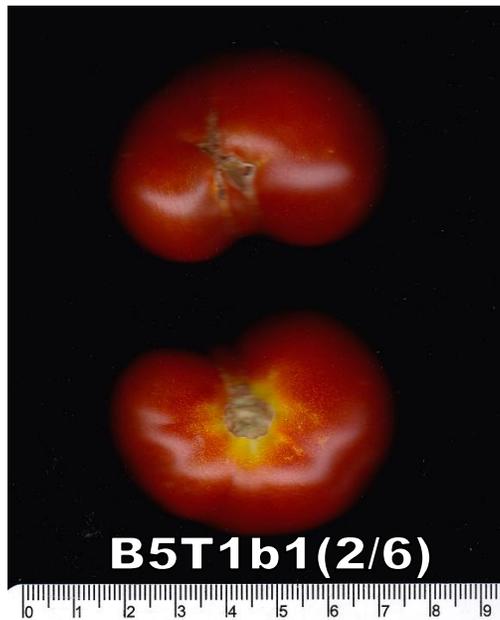


Figura 4. Ejemplo de fruto deforme obtenido en tomates cv. Fiorentino.

Giaconi y Escaff (2004) y Escaff *et al.* (2005), señalan que se debe tener cuidado con el uso de reguladores de crecimiento y advierten que repetir o dosificar mal el tratamiento con auxinas y/o ácido giberélico puede provocar pérdida de color, reblandecimiento y deformidades en los frutos, los cuales pierden calidad para ser comercializables. También, Van Tonder y Combrinck (2003), indican que en particular el uso de auxinas de síntesis produce frutos con el extremo distal más puntiagudo. Por otra parte, la aplicación de BA en dos oportunidades y con las concentraciones ensayadas, no originó problemas similares.

Número de semillas por fruto

El número de semillas en un fruto de tomate está correlacionado positivamente con la masa fresca de este. No obstante, esta correlación varía según el genotipo, las condiciones medioambientales y las condiciones fisiológicas de la planta (Imanishi y Huirra, 1975; Prudent *et al.*, 2013). Para este ensayo se encontró una correlación positiva moderada para el número de semillas y la masa fresca (Apéndice II). Es así que para analizar el número de semillas se utilizó la masa como covariable. Sin embargo, no hubo efecto estadísticamente significativo de BA en aumentar o disminuir el número de semillas respecto al testigo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número promedio de semillas por fruto en tomates cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

[BA] mg/L	Número de semillas por fruto
0	112
10	109
20	106
40	111

No se presentaron diferencias significativas para ninguno de los parámetros presentados en este cuadro ($p < 0,05$).

En tomates, la cuaja de frutos partenocárpicos no suele ser útil, ya que estos son considerablemente más pequeños y no son comercializables (Van Tonder y Combrinck, 2003). En tomates cv. Micro-Tom, Ding *et al.* (2013), consiguieron la cuaja de frutos a partir de flores emasculadas usando zeatina, citoquina derivada de aminopurinas al igual que BA. Sin embargo, como se observa en el Cuadro 8, no hubo efecto de BA en aumentar la cuaja de frutos partenocárpicos.

Cuadro 8. Cantidad de frutos partenocárpicos en tomate cv. Fiorentino tratados con diferentes concentraciones de BA.

[BA] mg/L	Total de frutos cosechados	Número frutos partenocárpicos	Porcentaje del total
0	124	1	0,80
10	134	0	0,00
20	133	1	0,75
40	131	1	0,76

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este ensayo, benciladenina no logró aumentar ni la cuaja, ni el tamaño de fruto a cosecha como tampoco alterar el número de semillas o la forma de los frutos.

Estos resultados sugieren que se deben probar mayores concentraciones y/o aumentar el número de aplicaciones para poder inducir mayor crecimiento de los frutos y aumentar la cuaja en este cultivar.

BIBLIOGRAFÍA

- Atai, B.; K. Tanabe; F. Tamura, S. Susaki; K. Yonemori and A. Sugiura. 1995. Synthetic cytokinins control persimmon fruit shape size and quality. *Journal of Horticultural Science*. 70 (6): 867-873.
- Basak, A. 2006. The effect of fruitset thinning of quality parameters in the apple cultivar 'Gala'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 14 (2):143-150.
- Castilla, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. (cap. 6, pp.189-226) En: Nuez, F. *El cultivo del tomate*. 1er ed. España: Mundi-Prensa. 797 p.
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. (cap. 2, pp.43-92) En: Nuez, F. *El cultivo del tomate*. 1^{er} ed. España: Mundi-Prensa. 797 p.
- Ding, J.; B. Chen; X. Xia; W. Mao; K. Shi; Y. Zhou and J. Yu. 2013. Cytokinin-induced parthenocarpic fruit development in tomato is partly dependet on enhanced gibberellins and auxin biosynthesis. [En línea]. *PLoS ONE*. 8 (7): 1-11. Recuperado en: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3726760/pdf/pone.0070080.pdf>>.
Consultado el: 6 de enero de 2013.
- Escaff, M.; P. Estay y A. Bruna. 2005. *Cultivo del tomate bajo invernadero*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Chile. 71p.
- Esquinas-Alcázar, J. y F. Nuez. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. (cap. 1, pp.13-42) En: Nuez, F. *El cultivo del tomate*. 1er ed. España: Mundi-Prensa. 797 p.
- Giaconi, V. y M. Escaff. 2004. *Cultivo de hortalizas*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 15^a ed. 337 p.
- Guillapsy, G.; H. Ben-David and W. Gruissem. 1993. Fruits: A developmental perspective. *The Plant Cell*, 5:1439-1451.
- Hayata, Y.; Y. Niimi and N. Iwasaki. 1995. Synthetic cytokinin-1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (CCPU)-Promotes fruit set and induces parthenocarpy in watermelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 120(6):997-1000.
- Hayata, Y.; Y. Niimi; K. Inoue and S. Kondo. 2000. CPPU and BA, with and without pollination, affect set, growth and quality of muskmelon fruit. *HortScience*. 35 (5): 868-870.
- Imanishi S. and I. Huiru. 1975. Relationship between fruit weight and seed content in the tomato. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 44 (1): 33-40.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2012. Cultivo de hortalizas, superficie sembrada o plantada. Santiago, Chile. 12p

Instituto Nacional de Normalización, Chile. NCh1792. Of.2001. Tomates frescos, requisitos. Santiago, Chile: INN, 2001. 7p.

InfoStat, 2013. [En línea]. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado en: <<http://www.infostat.com.ar>> Consultado el 5 de Agosto de 2013.

Mahmood, S. 2012. The effect of fruit-setting hormones applied at the stage of flowering on the morphological and physiological characteristics of eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit during growth, maturation and storage. Doctoral thesis in crop sciences. Athens, Greece: Agricultural University of Athens. 192h. Recuperado en: <http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5690/Mahmood_S.pdf?sequence=1> Consultado el: 07 de enero de 2014.

Mariotti L.; P. Picciarelli; L. Lombard and N. Ceccarelli. 2011. 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.

Matsuo, S.; K. Kikuchi; M. Fukuda; I. Honda and S. Imanishi. 2012. Roles and regulation of cytokinins in tomato fruit development. *Journal of Experimental Botany*, 63 (15): 5569-5579.

Milic, B; R. Cabilivnski, Z. Keserovic; M. Manijlovic. N. Magazin and M. Doric. 2007. Nitrogen fertilization and chemical thinning with 6-benzyladenine affect fruit set and quality of golden delicious apples. *Scientia Horticulturae*, 140:81-86.

Nuño, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. [En línea]. Baja California, México: Secretaria de Fomento Agrícola (SEFOA). 34p. Recuperado en: <<http://www.sefoa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf>> Consultado el: 4 de septiembre de 2012.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2010. Situación del tomate para consumo fresco. Santiago, Chile. 11p.

Ogawa, Y.; S. Nishikawa; N. Inoue and S. Aoki. 1990. Promotive effects of different cytokinins on fruit growth in *Cucumis sativus* L. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 59 (3): 597-601.

Papadopoulos, A.; U. Saha; X. Hao and S Khosla. 2006. Response of rockwool-grown greenhouse cucumber, tomato, and pepper to kinetin foliar sprays. *Horttechnology*. 16 (3): 493-501.

Prudent, M.; Z. Dai; M. Génard; N. Bertin; M. Causse and P. Vivin. 2013. Resource competition modulates the seed number-fruit size relationship in a genotype-dependent manner: A modeling approach in a grape and tomato. [En línea]. *Ecological Modelling*. Recuperado en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.10.023>>. Consultado el: 6 de enero de 2013.

Ramírez, H.; C. Amado; A. Benavides; V. Robledo y A Martínez. 2010. Prohexadiona-Ca, AG, Anoxa y BA modifican indicadores fisiológicos y bioquímicos en chile mirador. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 16 (2): 83-90.

Roitsch T. and R. Ehneb. 2000. Regulation of source/sink relations by cytokinins. *Plant Growth Regulation*. 32: 359-367.

Stivastava, A. and A. Handa. 2005. 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. EEUU. 1338p

Takeno, K.; H. Ise; H. Minowa and T. Dounowaki. 1992. Fruit growth induced by benzyladenine in *Cucumis sativus* L.: Influence of benzyladenine on cell division, cell enlargement and indole-3-acetic acid content. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 60(4): 915-920.

Tomato Analyzer. 2012 [En línea]. Ohio, Estados Unidos: Ohio State University, Department of Horticulture and Crop Science. Recuperado en: <http://oardc.osu.edu/vanderknaap/tomato_analyzer.php> Consultado el: 20 enero 2013.

Walsh, C. 2003. Plant hormones (pp.245-250). En: Baugher, T. and S. Singha (eds.). *Concise encyclopedia of temperate tree fruit*. New York, United State: The Haworth Press. 391p.

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

APÉNDICE I

Cuadro 1. Registro de temperaturas y humedades mínimas y máximas dentro del *screenhouse* durante el periodo de cuajado de frutos.

Fecha	H.R. (%)		Temp (°C)		Fecha	H.R. (%)		Temp (°C)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
06-12-2012	35,9	100	16,0	25,3	08-01-2013	27,9	100	14,5	37,3
07-12-2012	22,8	100	16,1	32,9	09-01-2013	22,7	100	14,7	40,3
08-12-2012	21,0	100	17,3	37,2	10-01-2013	28,8	79,9	16,1	35,9
09-12-2012	21,9	100	16,2	37,5	11-01-2013	34,3	100	15,2	36,7
10-12-2012	27,8	100	15,8	32,1	12-01-2013	40,2	100	15,9	33,0
11-12-2012	29,0	100	16,3	32,4	13-01-2013	37,3	100	15,4	33,9
12-12-2012	23,4	100	16,4	33,3	14-01-2013	37,0	100	14,8	31,7
13-12-2012	20,7	100	16,4	35,7	15-01-2013	35,3	100	15,0	34,1
14-12-2012	17,7	86,2	16,4	35,0	16-01-2013	36,9	100	14,9	35,5
15-12-2012	26,2	100	16,8	33,7	17-01-2013	40,0	100	15,3	32,8
16-12-2012	20,4	81,2	16,2	35,1	18-01-2013	37,0	100	15,2	35,5
17-12-2012	31,1	100	16,0	33,9	19-01-2013	38,8	100	15,5	33,6
18-12-2012	37,4	100	15,8	26,0	20-01-2013	38,5	100	15,3	34,4
19-12-2012	87,3	100	15,8	17,9	21-01-2013	57,8	100	15,3	26,0
20-12-2012	46,6	100	14,5	20,5	22-01-2013	33,1	100	16,2	36,4
21-12-2012	26,8	100	14,6	33,1	23-01-2013	37,7	100	15,3	35,6
22-12-2012	29,0	100	14,3	34,9	24-01-2013	45,3	100	15,6	31,8
23-12-2012	32,7	100	14,4	31,0	25-01-2013	31,4	100	15,4	36,3
24-12-2012	26,7	100	14,4	31,7	26-01-2013	24,0	100	15,4	37,1
25-12-2012	27,0	100	14,2	30,6	27-01-2013	26,4	100	15,4	34,0
26-12-2012	23,7	100	14,9	33,2	28-01-2013	38,8	100	15,2	30,4
27-12-2012	21,3	100	14,3	35,5	29-01-2013	23,5	100	15,5	37,0
28-12-2012	20,8	100	14,5	36,8	30-01-2013	31,1	100	15,5	33,7
29-12-2012	23,1	100	14,6	38,6	31-01-2013	40,4	100	15,8	31,2
30-12-2012	28,1	100	14,5	36,0					
31-12-2012	24,8	100	14,8	36,9					
01-01-2013	24,8	100	14,7	38,4					
02-01-2013	29,4	100	14,7	35,7					
03-01-2013	37,9	100	14,2	31,1					
04-01-2013	34,6	100	14,2	32,6					
05-01-2013	31,9	100	14,7	34,0					
06-01-2013	28,1	100	14,6	35,9					
07-01-2013	20,9	100	14,5	36,2					

APÉNDICE II

Cuadro 1. Correlaciones entre el número de semillas y la masa de cada fruto según tratamiento obtenidos de Infostat.

[BA] mg/L	r
0	0,56
10	0,62
20	0,65
40	0,54

Salida de Infostat

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Masa (g)	N° semillas
Masa (g)	1,00	7,1E-09
N° semillas	0,56	1,00

Tratamiento = T1

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Masa (g)	N° semillas
Masa (g)	1,00	1,4E-11
N° semillas	0,62	1,00

Tratamiento = T2

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Masa (g)	N° semillas
Masa (g)	1,00	0,00
N° semillas	0,65	1,00

Tratamiento = T3

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Masa (g)	N° semillas
Masa (g)	1,00	5,3E-09
N° semillas	0,54	1,00