
HORTICULTURA

Aplicación de reguladores auxínicos: efecto sobre el cuajado de fruto en tomate para consumo fresco

Martinez, S.^{1*}; Garbi, M.¹; Carbone, A.²; Morelli, G.¹; Argerich, C.³; Pacheco, R.⁴; Puch, L.⁵

¹Climatología y Fenología Agrícolas, FCAYF, UNLP. ²Fisiología Vegetal (INFIVE) FCAYF, UNLP. ³EEAA INTA La Consulta CC8 (5576) ⁴EEA Bella Vista, ⁵INTA EECT Yuto. * Ing. Agr. Susana Martínez: smarti@agro.unlp.edu.ar

Recibido: 11/08/2016

Aceptado: 30/11/2016

RESUMEN

Martinez, S.; Garbi, M.; Carbone, A.; Morelli, G.; Argerich, C.; Pacheco, R.; Puch, L. 2016. Aplicación de reguladores auxínicos: efecto sobre el cuajado de fruto en tomate para consumo fresco. Horticultura Argentina 35 (87): 30-40.

Con el objetivo de evaluar el efecto de dosis y momentos de aplicación de ácido β -naftoxiacético sobre características y rendimiento de frutos de tomate, se condujeron tres ensayos en La Plata (Buenos Aires), uno en Bella Vista (Corrientes) y uno en Peña Colorada (Salta). La Plata: 1) testigo (sin hormona, con agua), hormona [$\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$]: 2,5 (inicio de floración) y 5 (temperatura menor a 13°C o desde cuarto racimo). Con 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde cuarto racimo hubo mayor diámetro de fruto; 2) testigo (sin hormona ni agua), hormona: 2,5 y 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde floración. Ambas dosis

incrementaron significativamente tamaño y porcentaje de frutos ahuecados; 3) testigos (sin hormona con y sin agua), hormona: 1; 2,5; 3,5; 5; 7,5 y 10 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde floración. El peso fresco de frutos aumentó con 3,5 y 10 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ respecto al testigo con agua; el peso seco fue mayor con 3,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ que en ambos testigos y con 1 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$; los frutos ahuecados aumentaron con más de 3,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, respecto a los testigos y con 10 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, respecto a dosis inferiores a 3,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$. Bella Vista: testigo sin tratar, hormona: 3 y 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ (flor abierta); sin diferencias por los tratamientos. Peña Colorada: testigos (sin hormona, con y sin raleo de frutos), hormona [$\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$]: 5, sin raleo frutos y 7,5 raleando frutos. El peso de frutos aumentó con 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ (3° y 5° racimo).

Palabras clave adicionales: *Solanum lycopersicum* - auxinas - producción - rendimiento - hormona.

ABSTRACT

Martinez, S.; Garbi, M.; Carbone, A.; Morelli, G.; Argerich, C.; Pacheco, R.; Puch, L. 2016. Application of auxin regulators: effect on fruit set in tomatoes for fresh market. *Horticulture Argentina* 35 (87): 30-40.

With the aim of evaluating the effect of β -naftoxiacetic acid doses and application moment on characteristics and yield of tomato fruits, three trials were carried out in La Plata (Buenos Aires), one in Bella Vista (Corrientes) and one in Peña Colorada (Salta). La Plata: 1) control (without hormone, with water), hormone [$\text{cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$]: 2.5 (start of flowering) and 5 (temperature below 13°C or from the fourth cluster). With $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$, applied from the fourth cluster, fruit diameter increased; 2) control (without hormone or water), hormone: 2.5 and $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$ from start of flowering. Both doses significantly increased size and percentage of hollow fruits; 3) control (without hormone, with

and without water), hormone: 1, 2.5, 3.5, 5, 7.5 and $10 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$ from start of flowering. Fruit fresh weight increased with 3.5 and $10 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$, in contrast to control with water; fruit dry weight was higher with $3.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$, compared to both controls and with $1 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$; hollowed fruits increased with doses over $3.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$, compared to controls and with $10 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$, respect to doses below $3.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$. Bella Vista: control without treatment, hormone: 3 and $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$ (flowering); without differences among treatments. Peña Colorada: controls (without hormone, with and without fruit pruning), hormone [$\text{cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$]: 5, without fruit pruning and 7.5 with fruit pruning. Fruit weight was higher with $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litre}^{-1}$ (3th and 5th cluster).

Additional Keywords: *Solanum lycopersicum* - auxins - production – yield - hormone.

1. Introducción

La aplicación de distintos reguladores del crecimiento constituye una herramienta muy difundida para el mejoramiento del cuajado de frutos en diversos cultivos. El cuajado de los frutos requiere de la interacción entre el estímulo inicial que provoca el crecimiento del ovario y su capacidad de acumular metabolitos y de una disponibilidad suficiente de éstos. Dicha disponibilidad es crítica durante la fase de maduración y senescencia, y determina el cuajado final del fruto (Galván-Luna *et al.*, 2009).

En el cultivo de tomate, la temperatura óptima para la germinación del grano de polen es de 21°C , ocurriendo en una hora a 25°C o en 20 horas a 5°C (Bulnes Mendoza, 2012). La ocurrencia de bajas temperaturas nocturnas, por debajo de los 7°C , provocan una disminución en la calidad del grano de polen y en el número de frutos cuajados, como así también un alargamiento en el período total de desarrollo y maduración de los frutos (Peet & Bartholomew, 1996; Picken, 1984).

La aplicación exógena de auxinas induce un rápido prendimiento del ovario cuando la causa de la falta de cuajado está dada por la ocurrencia de temperaturas que se encuentran por debajo o exceden el óptimo requerido por el cultivo (Ramírez, 2003), favoreciendo también el crecimiento del fruto por el incremento en la biosíntesis de giberelinas a través de la actividad de enzimas involucradas en su metabolismo (Serrani Yarce, 2008).

Diversos reguladores del crecimiento producen efectos favorables sobre el rendimiento, el adelantamiento de la maduración y el mejoramiento en la forma y pigmentación de los frutos, pudiendo citarse como ejemplos la aplicación de 4-CPA (ácido 4-clorofenoxiacético), DCPTA (dicloro-fenoxi-acetil-amina), IAA (ácido indol acético), BA (benzil-adenina), citoquininas, Gas (giberelinas), entre otros (Mahmod & Bahar, 2008). Serrani Yarce (2008) informó que frutos de tomate tratados con 2,4 D veían favorecida la división celular, lográndose un pericarpio con mayor número de capas celulares y frutos de mayor peso y tamaño que los testigos sin tratar. Las dosis y números de aplicaciones son importantes en su efecto sobre el tamaño de fruto y rendimiento, según lo observado por Özgüven *et al.* (1997), al evaluar el efecto de la aplicación de 0, 15, 30, 60 y 90 ppm de 4-CPA en una o dos aplicaciones sobre tomate, consiguiendo un incremento mayor en el diámetro de los frutos con dosis de 60 ppm en dos aplicaciones, y una tendencia al aumento de rendimiento cuando las dosis se incrementaban de 60 a 90 ppm en dos aplicaciones.

El tratamiento del cultivo con auxinas es una práctica muy frecuente entre los productores hortícolas que reciben asesoramiento técnico (Ramírez, 2003; Serrani Yarce, 2008); aunque los resultados que se obtienen son dependientes del genotipo, las condiciones ambientales imperantes durante el ciclo del cultivo, el tipo de regulador aplicado, las dosis, momento y forma de aplicación (Guillaspy *et al.*, 1993; Picken & Grimmett, 1986; Sawhney, 1983; Castillo *et al.*, 2005).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación de ácido β -naftoxiacético sobre las características de los frutos y el rendimiento en cultivos de tomate realizados en diferentes regiones productivas de la Argentina.

2. Materiales y métodos

2.1. Ensayos realizados en el Partido de La Plata, provincia de Buenos Aires

Fueron efectuados tres ensayos en un invernadero parabólico de 960 m² ubicado en la Estación Experimental “Julio Hirschhorn” (Los Hornos, La Plata), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP (34° 58' S, 57° 54' W). Se utilizaron plantas de tomate cv. Elpida (Enza Zaden®), transplantadas el 12/01/2010 en el Ensayo A.1, el 17/01/2011 en el Ensayo A.2 y el 16/01/2012 en el Ensayo A.3, utilizando una densidad de 2 plantas.m⁻². El cultivo se condujo a un tallo, en forma vertical con hilo, raleando los racimos a 5 frutos cuajados, hasta el 6° racimo.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 9 repeticiones y 5 plantas por parcela. Al momento de la cosecha se midió el diámetro del primer fruto cuajado entre el primer y el sexto racimo y el peso total de frutos por planta según categorías comerciales: 1° categoría: frutos de más de 200 g, 2° categoría: frutos de 150 a 199 g y 3° categoría: frutos de peso inferior a 149 g.

Los datos se sometieron a análisis de la varianza, comparando las medias por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para evaluar el efecto de la aplicación del regulador sobre la calidad de los frutos, sobre 50 frutos de cada tratamiento tomados al azar, se midió: peso fresco, peso seco, diámetro, espesor del mesocarpio y porcentaje de ahuecado. Para la determinación de esta última variable se desarrolló una escala mediante el trazado de una circunferencia en la que se delimitaron secciones correspondientes a distintos porcentajes de áreas. Los frutos se cortaron por su diámetro transversal, se comparó su constitución con el patrón generado, asignando un porcentaje de ahuecamiento y transformándolos por arcoseno para su análisis. Los datos se

analizaron según un diseño enteramente al azar, mediante análisis de la varianza, evaluando diferencias entre medias por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

A continuación se enumeran los tratamientos evaluados y los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados.

2.1.1. Ensayo 1:

T1: Testigo, sin aplicación de hormona. Se realizó la aplicación de agua para simular el efecto mecánico.

T2: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T3: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ cuando la temperatura del aire fue menor o igual a 13°C .

T4: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ a partir del cuarto racimo.

2.1.2. Ensayo 2:

T1: Testigo, sin aplicación de hormona ni simulación de efecto mecánico, mediante la aplicación de agua.

T2: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T3: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

2.1.3. Ensayo 3:

T1: Testigo, sin aplicación de hormona ni simulación de efecto mecánico, mediante la aplicación de agua.

T2: Testigo, sin aplicación de hormona. Se realizó la aplicación de agua para simular el efecto mecánico.

T3: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $1 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T4: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T5: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T6: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T7: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

T8: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en una concentración de $10 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde inicio de floración.

2.2. Ensayo realizado en Bella Vista, provincia de Corrientes

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Bella Vista, Corrientes ($28^\circ 26' \text{ S}$, $58^\circ 55' \text{ W}$) en un invernadero tipo parabólico. Se utilizaron plantas de tomate cv. Elpida (Enza Zaden®) transplantadas el 28/03/11, con una densidad de $2 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$. El cultivo se condujo a un tallo, en forma vertical con hilo, realizándose los siguientes tratamientos:

T1: Testigo sin hormona ni simulación de efecto mecánico, mediante la aplicación de agua.

T2: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) a una concentración de $3 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$.

T3: aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) a una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$.

Todos los tratamientos fueron efectuados sin raleo de frutos y la aplicación de hormonas en T2 y T3 se realizó una vez por semana sobre todas las flores completamente abiertas. Dichas aplicaciones comenzaron el 17/05 (3° racimo) hasta el 18/10 (16° racimo). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y 5 plantas por parcela.

La cosecha comenzó el 24/06 y finalizó el 4/11, tipificando los frutos según su diámetro en: frutos chicos (diámetro menor a 6 cm), medianos (5,99 a 7,5 cm), grandes (7,49 a 8,99 cm) y extra grandes (diámetro mayor a 9 cm). Se registró: rendimiento total, peso medio de los frutos y peso medio según categorías. Se realizó el análisis de la varianza y las medias se separaron con prueba de rango múltiple de Duncan ($p \leq 0,05$).

2.3. Ensayo realizado en Peña Colorada, provincia de Salta

El ensayo se condujo en un invernadero ubicado en la localidad de Peña Colorada, Salta ($22^\circ 52' \text{ S}$, $64^\circ 21' \text{ W}$). Se utilizaron plantas de tomate cv. Charleston, transplantadas el 14/06/2011, con una densidad de $2,2 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$. El cultivo se condujo a un tallo, en forma vertical, tutorando las plantas con hilo plástico. Los tratamientos fueron:

T1: Plantas sin raleo de frutos ni aplicación de hormonas.

T2: Aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) a una concentración de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde el inicio de la floración.

T3: Plantas con raleo de frutos sin aplicación de hormonas.

T4: Plantas con raleo de frutos y aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) a una concentración de $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ desde el inicio de la floración.

La hormona fue aplicada por aspersión, a razón de 1 cm^3 de solución sobre las flores abiertas, en dos oportunidades: la primera, al abrirse las 3 flores basales del racimo y la segunda, al abrirse las restantes flores (7 días). El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 5 plantas por parcela. Entre los meses de agosto y noviembre comenzó a realizarse la cosecha, registrando el peso comercial de los frutos del tercer al quinto racimo. Se realizó el análisis de la varianza y las medias se separaron con el test de LSD ($\alpha = 0,05$).

3. Resultados

3.1. Ensayos realizados en el Partido de La Plata, provincia de Buenos Aires

3.1.1. Ensayo 1:

El valor medio alcanzado por el diámetro del primer fruto cuajado en cada racimo presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, incrementándose con la aplicación de hormonas en dosis de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$ a partir del 4° racimo, diferenciándose del testigo sin tratar y del tratamiento con igual dosis aplicada cuando la temperatura media era menor a 13°C (Tabla 1). El rendimiento en frutos no fue significativamente modificado por los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 1: Diámetro del primer fruto cuajado en cada racimo [cm] según tratamiento de aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en el Ensayo A.1., realizado en La Plata, Buenos Aires.

Tratamiento	1° racimo	2° racimo	3° racimo	4° racimo	5° racimo	6° racimo	Media por tratamiento
Testigo sin aplicación	6,95	7,30	6,82	6,43	6,23	5,70	6,57 a
2,5 cm ³ .litro ⁻¹ desde inicio de floración	7,50	7,53	7,40	7,43	6,35	5,95	7,02 ab
5 cm ³ .litro ⁻¹ con T \leq 13°C	7,23	7,83	7,08	6,97	5,95	4,00	6,51 a
5 cm ³ .litro ⁻¹ desde 4° racimo	6,90	7,27	7,56	7,80	6,83	6,30	7,11 b
Media por racimo	7,14	7,48	7,22	7,16	6,34	5,49	

Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabla 2: Rendimiento en frutos por planta [g.planta⁻¹] por categoría comercial y total según tratamiento de aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en el Ensayo A.1 realizado en La Plata, Buenos Aires.

Tratamiento	1° categoría	2° categoría	3° categoría	Total
Testigo sin aplicación	1263	944	273	2480
2,5 cm ³ .litro ⁻¹ desde inicio de floración	2058	832	236	3127
5 cm ³ .litro ⁻¹ con T \leq 13°C	1900	698	204	2802
5 cm ³ .litro ⁻¹ desde 4° racimo	1994	878	226	3098

3.1.2. Ensayo 2:

La aplicación de ácido β -naftoxiacético al inicio de floración, en dosis de 2,5 cm³.litro⁻¹ y 5 cm³.litro⁻¹, produjo incrementos significativos sobre el peso fresco, diámetro de los frutos y porcentaje de frutos ahuecados (Tabla 3, Foto 1).

Tabla 3: Calidad de fruto según tratamiento de aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en el Ensayo A.2 realizado en La Plata, Buenos Aires.

Tratamientos	Peso fresco de fruto [g]	Peso seco de fruto [g]	Diámetro de fruto [cm]	Ahucado [%]
Testigo sin aplicación	213,00 a	10,74	7,73 a	61 a
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	241,00 b	11,42	8,00 b	78,5 b
5 cm ³ .litro ⁻¹	252,00 b	10,09	8,22 b	87 b

Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)



Foto 1: Ahucamiento de frutos por la aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en el Ensayo A.2 realizado en La Plata, Buenos Aires.

3.1.3. Ensayo 3:

El peso fresco de los frutos mostró incrementos con la aplicación de ácido β -naftoxiacético, observándose diferencias significativas a favor de las dosis de 3,5 cm³.litro⁻¹ y 10 cm³.litro⁻¹ respecto al testigo al que solo se le aplicó agua. Una respuesta similar se observó en el peso seco de los frutos, variable en la que la dosis de 3,5 cm³.litro⁻¹ se diferenció significativamente de los testigos sin tratamiento de hormonas y de la menor dosis aplicada (1 cm³.litro⁻¹). No se observó efecto de los tratamientos sobre el espesor del mesocarpio, pero dosis mayores a 3,5 cm³.litro⁻¹ incrementaron el porcentaje de ahucado en relación a los frutos sin tratamiento de hormonas y la dosis de 10 cm³.litro⁻¹ produjo mayor proporción de frutos ahucados que las dosis inferiores a 3,5 cm³.litro⁻¹ (Tabla 4).

Tabla 4: Calidad de fruto según tratamiento de aplicación de ácido β -naftoixiacético (Tomatosa®) en el Ensayo A.3 realizado en La Plata, Buenos Aires.

Tratamiento	Peso fresco de fruto [g]	Peso seco de fruto [g]	Espesor del mesocarpio [cm]	Ahuecado [%]
Testigo sin aplicación	240,61 a b	8,01 b	1,01	0,63 a
Aplicación de agua	222,14 b	7,88 b	1,00	0,83 a
1 cm ³ .litro ⁻¹	230,59 a b	8,04 b	1,03	4,17 a b
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	253,83 a b	8,23 a b	1,04	7,08 a b c
3,5 cm ³ .litro ⁻¹	272,90 a	8,65 a	1,04	14,79 b c
5 cm ³ .litro ⁻¹	255,25 a b	8,20 a b	1,06	11,04 b c d
7,5 cm ³ .litro ⁻¹	260,09 a b	8,43 a b	1,04	17,29 c d
10 cm ³ .litro ⁻¹	268,79 a	8,41 a b	1,05	17,92 d

Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según la prueba Tukey ($p \leq 0,05$)

3.2. Ensayo realizado en Bella Vista, provincia de Corrientes

En las condiciones de este ensayo, la aplicación de hormona no modificó el rendimiento ni el peso medio de los frutos (Tabla 5).

Tabla 5: Rendimiento total y peso medio de frutos según tratamiento de aplicación de ácido β -naftoixiacético (Tomatosa®) en el ensayo realizado en Bella Vista, Corrientes.

Tratamiento	Rendimiento total [kg.ha ⁻¹]	Peso medio de fruto [g]
Testigo sin aplicación	168004	179,5
3 cm ³ .litro ⁻¹	158846	186,4
5 cm ³ .litro ⁻¹	156840	194,6

3.3. Ensayo realizado en Peña Colorada, provincia de Salta

Se observó una tendencia al incremento del peso medio de los frutos por la aplicación de 5 cm³.litro⁻¹ de ácido β -naftoixiacético, con un efecto significativo respecto a los testigos sin tratar en el 3° racimo y al tratamiento con raleo de frutos, sin aplicación de hormonas en el 5° racimo (Tabla 6).

Tabla 6: Peso medio de frutos comerciales desde el 3° al 5° racimo según tratamiento de raleo de frutos y aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en el ensayo realizado en Peña Colorada, Salta.

Tratamiento	Peso medio de frutos comerciales [kg]		
	3° racimo	4° racimo	5° racimo
Sin raleo de frutos, sin hormona	0,44 a	0,41 a	0,47 ab
Ácido β -naftoxiacético ($5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$) desde inicio de floración	0,60 b	0,44 a	0,54 b
Raleo de frutos, sin hormona	0,37 a	0,41 a	0,31 a
Raleo de frutos y ácido β -naftoxiacético ($7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$) desde inicio de floración	0,48 ab	0,48 ab	0,48 ab

Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según test LSD ($\alpha = 0,05$)

4. Discusión

Durante la fase de floración del cultivo en el Ensayo A.1 conducido en La Plata, las temperaturas registradas dentro del invernadero se encontraron por encima de los 10 a 13°C y por debajo de los 30 a 35°C, considerados por Foti & La Malfa (1979) como límites para la fructificación. Esta situación pudo haber influido para que no fuera necesaria la práctica de raleo de frutos prevista, dado que la diferenciación de las flores es mayor cuando la temperatura es más baja, en un rango de 16 a 24°C (Aung, 1976). Asimismo, los escasos registros térmicos inferiores a 13°C hicieron que la aplicación de hormona prevista en el tratamiento que tomaba este valor como parámetro se realizaran en forma esporádica, lo que explicaría la escasa respuesta observada en los frutos. La tendencia decreciente en el diámetro de frutos en los racimos superiores se explica por la competencia por asimilados que se produce en la planta (Chamarro, 1995).

Los incrementos en el peso fresco y diámetro de los frutos cosechados en las distintas condiciones de los ensayos llevados a cabo en La Plata y Peña Colorada, concuerdan con lo observado por Serrani Yarce (2008). Este autor reportó que tratamientos con 2,4-D favorecían la división celular, lográndose frutos de mayor peso y tamaño que los testigos sin tratar, y con observaciones realizadas por Weaver (1976), quien reportó que la aplicación de 200 ppm de IBA y dosis de 25 a 50 ppm de ANA en diversas variedades de tomate aumenta el desarrollo de frutos y produce adelantos de la maduración.

Serrani Yarce (2008) informó que la morfología de los frutos de tomate inducidos por auxinas y giberelinas es diferente, señalando que aplicaciones con GA₃ determinan que el tejido locular se desarrolle de manera escasa dejando cavidades loculares vacías, mientras que los frutos tratados con 2,4-D presentan pseudo-embriones y cavidades loculares llenas. En las condiciones de ensayo, aplicaciones de ácido β -naftoxiacético en dosis mayores a $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ produjeron frutos con cavidades loculares huecas respecto a los que no fueron tratados con hormonas, sin observarse diferencias en el espesor del mesocarpo.

Contrariamente a lo observado en La Plata y Peña Colorada, en la localidad de Bella Vista, la aplicación de 3 y $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético no produjo incrementos de

rendimiento ni de peso medio de los frutos cosechados, lo que confirma que la respuesta de la planta de tomate a la aplicación exógena de auxinas es dependiente de diversos factores, como las condiciones ambientales imperantes durante el ciclo del cultivo (Guillaspy *et al.*, 1993; Picken & Grimmett, 1986; Sawhney, 1983; Castillo *et al.*, 2005).

5. Conclusiones

La respuesta a la aplicación de reguladores de tipo auxínico fue variable según las condiciones de ensayo y zonas de producción. En el cordón hortícola platense (Buenos Aires) se observó aumento del peso medio y diámetro de frutos con dosis de ácido β -naftoxicético de 2,5 y 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, incrementándose el porcentaje de frutos ahuecados con dosis mayores a 3,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, respecto a frutos sin tratar. La dosis de 10 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ produjo mayor proporción de frutos ahuecados que las dosis inferiores a 3,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$. En Peña Colorada (Salta) se observaron respuestas variables, según posición del racimo, con la aplicación de 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, mientras que en Bella Vista (Corriente) no se observaron resultados positivos por la aplicación de esta práctica. Los resultados presentados en este trabajo pueden considerarse preliminares, siendo de interés continuar con ensayos de estas características unificando criterios de conducción y tratamientos, a fin de arribar a dosis de aplicación recomendadas para cada zona.

6. Bibliografía

- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive response of *Lycopersicon esculentum* Mill. Journal of the American Society for Horticultural Science 101: 358–360.
- Bulnes Mendoza, I. 2012. Tomate. In: Horticultura. La Plata, Buenos Aires. p. 305-323 (Al Margen ed.).
- Castillo, O.; Barral, G.; Rodríguez, G.; Miguelisse, N. & Agüero, M. 2005. Establecimiento y desarrollo en el cultivo forzado de tomate. Efecto de fitorreguladores. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo XXXVII: 83-91.
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. In: El cultivo del tomate. Madrid, España. p. 43-93 (Nuez, F.; Mundi-Prensa eds.).
- Foti, S. & La Malfa, G. 1979. Basi fisiologiche e condizione ambientali nell proceso de fructificazione del *Lycopersicon esculentum* Mill. Rivista Hortoflorofrutticola Italiana 63: 170 – 185.
- Galván-Luna, J.J.; Briones-Encinia, F.; Rivera-Ortíz, P.; Valdes-Aguilar, L.A.; Soto-Hernández, J.R.; Rodríguez-Alcázar, J.Y. & Salazar-Salazar, O. 2009. Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. Agricultura Técnica en México 35: 339-345.
- Gillaspy, G.; Ben-David, H. & Gruissem, W. 1993. Fruits: A developmental perspective. Plant Cell 5: 1439-1451.
- Özgülven, A. I.; Paksoi, M. & Abak, K. 1997. The effect of 4-CPA on the yield of summer grown tomato. Acta Horticulturae 463: 243-249.
- Peet, M.M. & Bartholemew, M. 1996. Effect of night temperature on pollen characteristics, growth and fruit set in tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science 121:514-519.

- Picken, A.J.F. 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science* 59:1-13.
- Picken, A.J.F. & Grimmett, M. 1986. The effects of two fruit setting agents on the yield and quality of tomato fruit in glasshouses in winter. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 61: 243-250.
- Ramírez, H. 2003. El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. In: *Memorias del 3er Simposio Nacional de Horticultura, Producción, Comercialización y Exportación de Cultivos Hortícolas, México*. Disponible en: http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio3/Ponencia_08.pdf. Fecha último acceso: 8 de diciembre de 2014.
- Sawhney, V.K. 1983. The role of temperature and its relationship with gibberellic acid in the development of floral organs of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Canadian Journal of Botany* 61: 1258-1265.
- Serrani Yarce, J.C. 2008. Interacción de giberelinas y auxinas en la fructificación del tomate. Tesis (Dr.). Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/2242/tesisUPV2793.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Fecha de último acceso: 8 de diciembre de 2014. 114 pp.
- Weaver, R. 1976. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. 1 ed. México. Editorial Trilla. 622 pp.