

UNLP



TRABAJO FINAL DE CARRERA
APLICACION DE REGULADORES AUXINICOS EN
TOMATE: EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y
CARACTERISTICAS DE LOS FRUTOS

ALUMNOS: FORCHINO MARTIN

BOCCHINO MATIAS

DNI: 33.415.781

DNI: 32.993.097

Legajo: 25672/3

Legajo: 25588/9

Directora: MSc. Alejandra Carbone

Co-directora: Dra. Ing.Agr. Mariana Garbi

Índice

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
1. Producción hortícola en la Región Metropolitana de la Provincia de Buenos Aires.....	4
1.2. Cultivo de tomate.....	4
1.3. Problemáticas observadas en el cultivo de tomate	5
1.3.1. Fallas en el cuajado de frutos.....	5
1.3.2. Establecimiento del fruto y uso de hormonas	6
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Ensayo 1:	10
Ensayo 2:	10
RESULTADOS	13
Ensayo 1 – Año 2011	13
Ensayo 2 - 2012	15
Discusión	20
Conclusión	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23

RESUMEN

La aplicación de reguladores auxínicos en el cultivo de tomate es frecuente entre productores hortícolas que poseen asesoramiento profesional. Sin embargo, la información se presenta con menos acceso para los pequeños productores del cinturón hortícola platense (CHP). El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes dosis de aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) sobre el rendimiento y calidad de frutos cosechados en tomate. Se realizaron dos ensayos en el invernadero de la Estación Experimental Julio Hirschhorn (EEJH - FCAyF. UNLP) en las campañas 2011 y 2012 con tomates del híbrido Elpida conducidos a una rama. En la campaña 2011 se aplicaron 2,5 y 5 $\text{cm}^3.\text{litro}^{-1}$ desde floración, incrementándose el peso y porcentaje de ahuecado de los frutos obtenidos. En un segundo ensayo, se aplicó 1; 2,5; 3,5; 5; 7,5 y 10 $\text{cm}^3.\text{litro}^{-1}$ desde floración, dejando plantas sin tratar y tratadas solo con agua. El peso del fruto aumentó con las dosis de 3,5 y 10 $\text{cm}^3.\text{litro}^{-1}$, diferenciándose de las plantas tratadas con agua, así mismo se registró un aumento del ahuecado con 10 $\text{cm}^3.\text{litro}^{-1}$. Los resultados obtenidos en estos ensayos realizados en la zona del CHP permiten sugerir que la dosis adecuada de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) es de 2,5 $\text{cm}^3.\text{litro}^{-1}$. Las dosis superiores producen efectos deletéreos en los frutos obtenidos con elevado porcentaje de ahuecamiento y deformaciones morfoanatómicas a nivel placentario.

INTRODUCCIÓN

1. Producción hortícola en la Región Metropolitana de la Provincia de Buenos Aires

El cinturón hortícola del Gran Buenos Aires (CHGBA) posee una superficie sembrada de aproximadamente 16.000 ha, abasteciendo alimentos para más de 12 millones de habitantes. En dicha zona productiva, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más relevante con una superficie sembrada que ronda las 1.400 ha, con alta predominancia del cultivo bajo invernáculo, mayormente en el cinturón hortícola platense (CHP) (Argerich and Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012).

El CHP está ubicado en la periferia de la ciudad de La Plata y cuenta con una superficie cultivada total estimada en 4.338 ha, de las cuales 1.657 se explotan bajo cubierta, destinando un 77% de éstas últimas a horticultura y el restante 23% a floricultura. De esta manera, el CHP representa la segunda región en importancia en la producción de hortalizas y flores de corte de la República Argentina (Ministerio de Asuntos Agrarios, 2006; CFI, 2005).

La variedad de productos obtenidos en esta región productiva es muy amplia, superando los 30 tipos de hortalizas cultivadas, siendo la lechuga el cultivo que ocupa la mayor superficie, seguido por el tomate, pimiento, alcaucil, acelga y espinaca (UNLP, 2015).

La totalidad de la producción del CHP tiene como destino el consumo en fresco, abasteciendo de hortalizas frescas a uno de los núcleos poblacionales más densos de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y el Conurbano Bonaerense (Cieza, 2004).

1.2. Cultivo de tomate

El tomate es uno de los productos hortícolas más importantes por su consumo, superficie en producción y por la tecnología e investigación desarrollada en torno a él. Junto con la papa es el cultivo más difundido en el mundo, y por su alta calidad nutricional, constituye un gran aporte vitamínico para la dieta humana. Su consumo se realiza en fresco, industrializado y en seco. Por el alto contenido en vitaminas y minerales, y su atractivo sabor, es muy usado en la cocina, pero también se le atribuyen propiedades medicinales como digestivo, desinfectante y antiescorbútico. Contiene vitamina C, potasio, fibra, y beta-caroteno (precursor de la vitamina A), y constituye una importante fuente de

licopeno, que cumple un relevante rol como alimento funcional en la prevención de enfermedades (Curso de Horticultura, Guía didáctica: Cultivo y manejo del cultivo de tomate, 2017).

1.3. Problemáticas observadas en el cultivo de tomate

En el contexto productivo de los últimos años en el CHGBA ha tenido un fuerte predominio el monocultivo de tomate. Esta situación ha determinado el surgimiento de numerosos problemas, ya sea en la eficacia de los métodos de desinfección de suelos y uso de herramientas, como en las prácticas de aplicación de reguladores del crecimiento para incrementar el cuajado y rendimiento del cultivo (Argerich and Troilo, 2011).

1.3.1. Fallas en el cuajado de frutos

El fallo en el cuajado del fruto es uno de los problemas más comunes en el cultivo del tomate en las áreas marginales de producción. Si las condiciones ambientales internas o externas no son favorables para el cuajado, las flores caen después de la antesis e incluso después de la polinización (Nuez, 1995).

Entre las prácticas de manejo del cultivo de tomate está muy difundida la aplicación de distintos reguladores hormonales del crecimiento. Estos constituyen herramientas muy exitosas para el mejoramiento del cuajado de frutos en diversos cultivos (Galván-Luna et al., 2009) ya que este proceso 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 de metabolitos de reserva es crítica durante la fase de maduración y senescencia, y determina el cuajado final del fruto (Guardiola, 2004).

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, provoca 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 (Picken, 1984; Ho, 1996; Peet and Bartholomew, 1996).

La aplicación exógena de reguladores auxínicos induce un rápido cuajado del fruto cuando la causa de la falta del mismo 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. Se puede citar 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 and Bahar, 2008).

En este sentido, Serrani Yarce (2008) informó que frutos de tomate tratados con el regulador auxínico 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 para la determinación y el efecto sobre el tamaño de los frutos y el rendimiento, según lo observado por Özgüyen 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.

1.3.2. Establecimiento del fruto y uso de hormonas

Las flores de tomate, una vez alcanzada la antesis floral, se mantienen abiertas durante aproximadamente 7 días. Al cabo de este tiempo, se reduce la síntesis de auxinas naturales en la flor y de no mediar la fertilización y fecundación, se desencadena la abscisión floral por el gradiente auxínico entre la flor y el pedúnculo floral. De producirse la fecundación, el ovario en crecimiento y la semilla producen las auxinas necesarias para prevenir la caída de la flor (Nisen et al., 1990; Nuez, 1995).

Varios son los factores que estimulan la caída de las flores: temperaturas extremas (altas o bajas), falta de viento, luminosidad escasa, estrés hídrico, exceso de nitrógeno, entre otros.

Cuando las temperaturas nocturnas son inferiores a 13 °C, no se produce polen ni la fecundación y por consiguiente se produce la caída de las flores. Las temperaturas superiores a 35 °C esterilizan el polen y también producen la abscisión floral. La falta de viento, común en los invernaderos, no permite una buena polinización y en consecuencia hay menor fecundación y menor cuajado de frutos (Maroto, 2002).

La luminosidad escasa y la falta de agua, afectan directamente la fotosíntesis reduciendo la cantidad de fotoasimilados producidos y, de esta manera, los diferentes destinos de la planta compiten entre sí, y en muchos casos un gran número de flores pierden en esta competencia y caen. Se ha determinado que la baja luminosidad en conjunto con las altas temperaturas provoca longistilia, lo cual perjudica la polinización y en consecuencia el cuajado de frutos (Rodríguez Rodríguez et al., 1989).

El exceso de nitrógeno trae como consecuencia un mayor crecimiento vegetativo, si esto se mantiene en el momento de la floración, puede traer como consecuencia un fuerte desvío de fotoasimilados a los ápices vegetativos, y en consecuencia se produce la caída de flores. Asimismo, la posición del racimo en la planta tiene influencia en el establecimiento de flores, los racimos superiores forman menos frutos que los inferiores, ya que el porcentaje de aborto es mayor (Rodríguez Rodríguez et al., 1989; Argerich and Troilo, 2011).

Varias son las posibilidades para solucionar la caída de flores, pero para seleccionar la mejor alternativa se debe tratar de determinar la causa de la caída. Si el problema está ocasionado por el escaso movimiento de aire, la solución puede ser hacer vibrar a la/s planta/s manualmente o con vibradores, generar una corriente de aire con un atomizador funcionando en vacío, pulverizar agua en forma de gotitas microscópicas sobre las flores y/o mediante la liberación de abejorros (*Bombus terrestris*) (Geisenberg and Stewart, 1986; Maroto, 2002)

Si el agente causal de la caída de flores es la ocurrencia de bajas temperaturas, la solución comprobada es la aplicación de reguladores hormonales de naturaleza auxínica. Se probó con éxito aplicaciones de ácido naftalen - glicólico (ANG) a razón de 50 ppm una vez por semana a todas las flores abiertas. Investigadores de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Esperanza (UNL) realizaron los primeros aportes de la aplicación de reguladores auxínicos en el año 1978. En dicho trabajo informan que la dosis óptima es de 30 ppm de ácido beta naftoxi - acético (BNOA) y que la aplicación de dosis superiores ocasionaban deformaciones en los frutos obtenidos (Astegiano et al., 1982). La aplicación de dosis superiores a la óptima, promovían la aparición de frutos con la parte apical terminada en punta, y si la dosis aplicada era mayor a la óptima y las temperaturas descendían hasta cerca de 0 °C, las deformaciones en los frutos eran graves con separación de los carpelos (Argerich and Troilo 2011).

También fue difundida la aplicación de ácido giberélico (AG), que si bien logra un

muy buen cuajado de frutos, si la dosis aplicada es excesiva los frutos obtenidos son de pequeño calibre. Se observó que la utilización de retardantes del crecimiento (CCC) favorece el establecimiento de frutos cuando son aplicados conjuntamente con los reguladores auxínicos, pero sin resultados contundentes (Maroto 1995) en ensayos realizados en invernadero en producción primaveral temprana en la zona del Mediterráneo. En este sentido, es importante destacar que los retardantes del crecimiento inhiben la síntesis de giberelinas dado que se comportan como anti-giberélicos. La aplicación de auxinas y/o giberelinas se debe realizar sobre la/s flor/es para activar su actividad metabólica, mientras que el CCC se debe aplicar sobre las hojas, dado que en ellas se produce un retraso en el crecimiento de las otras partes de la planta y en consecuencia quedan más asimilados para ser utilizados por las flores. De todas maneras, no es recomendable aplicar retardantes de crecimiento, porque producen una disminución en el largo de los entrenudos y aumenta el sombreado de las hojas (Nuez, 1995).

La frecuencia de la aplicación de reguladores hormonales debe ser semanal, y está determinada fundamentalmente por el tiempo en que la/s flor/es pueden mantener por sí mismas un contenido endógeno óptimo de auxinas. La cantidad de aplicaciones a cada racimo es variable y depende del número de flores que se quiera establecer en cada uno. Si se mantienen entre 4 a 5 flores es suficiente realizar dos aplicaciones, pero si se pretende un mayor número de frutos, es necesario aplicar más veces dado que la floración en el racimo es continua. La forma de aplicación del regulador hormonal puede ser mediante el empleo de mini-pulverizadores o bien por inmersión del racimo. En este último caso, normalmente se hace una sola aplicación combinada con el raleo de flores o descolado. La aplicación mediante pulverizadores debe ser dirigida a la flor abierta, ya que las auxinas tienen algunos efectos indeseables cuando son aplicadas al follaje (por ejemplo, altas concentraciones son usadas como herbicidas) (Argerich and Troilo, 2011).

En el CHP la aplicación de reguladores auxínicos es una práctica muy frecuente entre los productores hortícolas que reciben asesoramiento profesional (Ramírez, 2003; Serrani Yarce, 2008). Los resultados que se obtienen sobre el rendimiento 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 (Sawhney, 1983; Picken and Grimmett, 1986; Guillaspy et al., 1993; Castillo et al., 2005).

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) sobre el rendimiento y las características de los frutos de tomate cultivado en invernadero en el CHP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Estudiar el rendimiento de plantas de tomate tratadas con diferentes dosis de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®).

-Evaluar el efecto de las diferentes dosis de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) sobre las características de los frutos obtenidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuaron dos ensayos en un invernadero metálico y parabólico de 960 m² ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Los Hornos, partido de 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®) provistas por plantineras de la zona. Este híbrido posee crecimiento indeterminado y es una excelente opción para la producción en invernadero y a campo abierto. Es una planta fuerte y de alta sanidad, con un sistema radicular muy desarrollado que le permite soportar producciones elevadas. Posee frutos semi-redondos aplanados de peso que oscilan entre 240-260 g con muy buen cierre apical y firmeza. La coloración de los mismos es rojo intenso y posee muy buen comportamiento post-cosecha (Enza Zaden®).

Los trasplantes se realizaron el 17/01/2011 (Ensayo 1) y el 16/01/2012 (Ensayo 2) sobre suelo biofumigado con el agregado de 5000 g de brócoli por m² de superficie 90 días antes de efectuar el trasplante. En ambos ensayos se utilizó una densidad de 2 plantas por m². El cultivo se condujo a un tallo, en forma vertical con hilo. Se realizó el raleo de frutos, dejando 5 frutos cuajados por racimo, hasta el 6° racimo. Ambos cultivos se manejaron con fertirriego automático durante todo el ciclo del cultivo y se efectuó semanalmente el monitoreo de la fenología y estado sanitario (Foto 1).



Foto 1. Vista general del cultivo de tomate. La Plata, Buenos Aires

Los tratamientos planteados fueron:

Ensayo 1:

T1: Testigo, sin aplicación de hormona.

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.

Ensayo 2:

T1: Testigo, sin aplicación de hormona.

T2: Testigo, sin aplicación de hormona, con la aspersión 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

En ambos ensayos la aplicación de Tomatosa® se efectuó mediante el empleo de mini-pulverizadores donde se prepararon las dosis correspondientes y se aplicó una vez por semana dirigida a las flores abiertas (Foto 2).



Foto 2. Forma de aplicación de Tomatosa ®

El diseño experimental fue enteramente al azar con 9 repeticiones. Al momento de la cosecha se registró 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

3° categoría: frutos de peso inferior a 149 g

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de la varianza, comparando las medias por la prueba de Tukey.

Para evaluar el efecto de la aplicación de las diferentes dosis del regulador auxínico sobre la calidad de los frutos obtenidos se tomaron 50 frutos al azar de cada tratamiento, y se midió:

- Peso fresco de fruto: por pesaje individual de los frutos en balanza granataria.
- Peso seco de fruto: secado en estufa a 70 – 80 °C hasta peso constante, y posterior pesaje en balanza granataria.
- Diámetro: por medición directa con calibre.
- Espesor del mesocarpio: por medición directa con regla milimetrada.
- Porcentaje de ahuecado: mediante el desarrollo de una escala que consistió en 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. Los datos obtenidos en porcentaje se transformaron por arcoseno para su análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de la varianza, evaluando diferencias entre medias por la prueba de Tukey.

RESULTADOS

Ensayo 1 – Año 2011

El rendimiento total y por categorías comerciales en frutos no fue significativamente modificado por los tratamientos evaluados (Tabla 1). La aplicación de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®) en las dos dosis ensayadas, incrementó significativamente el diámetro, peso fresco de los frutos y porcentaje de frutos huecos (Foto 3, 4 y 5), sin observarse efecto sobre el peso seco por fruto (Tabla 2).

Tabla 1. Rendimiento promedio total y por categorías comerciales [g.planta⁻¹] en tomate cv. Elpida, según dosis de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®) en el Ensayo 1. La Plata, Buenos Aires, 2011.

Tratamiento	1° categoría	2° categoría	3° categoría	Total
Testigo sin aplicación	1270	940	270	2480
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	2050	850	226	3126
5 cm ³ .litro ⁻¹	1990	898	206	3094

Tabla 2. Calidad de frutos de tomate cv. Elpida según dosis de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®) en el Ensayo 1. La Plata, Buenos Aires, 2011.

Tratamientos	Diámetro de fruto [cm]	Peso fresco de fruto [g]	Peso seco de fruto [g]	Ahuecado [%]
Testigo sin aplicación	7,73 a	213,00 a	10,74	0,61 a
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	8,00 b	241,00 b	11,42	7,1 b
5 cm ³ .litro ⁻¹	8,22 b	252,00 b	10,09	10,9 b

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



Foto 3. Fruto de tomate cv Elpida, tratamiento Testigo. La Plata, Buenos Aires, 2011.



Foto 4. Fruto de tomate cv Elpida por la aplicación de $2.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β naftoixacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2011.



Foto 5. Ahuecamiento de fruto de tomate cv. Elpida, por la aplicación de $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2011.

Ensayo 2 - Año 2012

El rendimiento total de frutos por planta fue significativamente incrementado en el tratamiento correspondiente a la aplicación de $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) respecto al resto de los tratamientos. Los testigos (sin aplicación de regulador y con aplicación de agua), presentaron los menores rendimientos, sin diferenciarse de las plantas tratadas con el resto de las dosis de Tomatosa®. La aplicación de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) promovió el rendimiento en frutos de primera categoría. La aplicación de $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ se diferenció del resto de los tratamientos; mientras que el resto de las dosis produjeron incrementos significativos respecto a las plantas sin tratar. Los frutos de segunda y tercera categoría no manifestaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento total y por categorías comerciales [g.planta⁻¹] en tomate cv. Elpida, según dosis de ácido β-naftoxiacético (Tomatosa®) en el Ensayo 2. La Plata, Buenos Aires, 2012.

Tratamiento	1° categoría	2° categoría	3° categoría	Total
Testigo sin aplicación	1200 a	900	250	2350 a
Aplicación de agua	1120 a	810	200	1930 a
1 cm ³ .litro ⁻¹	1900 b	740	240	2640 ab
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	2010 b	800	200	3010 ab
3,5 cm ³ .litro ⁻¹	2600 c	950	150	3700 c
5 cm ³ .litro ⁻¹	2000 b	795	210	3005 ab
7,5 cm ³ .litro ⁻¹	2150 b	680	190	3020 ab
10 cm ³ .litro ⁻¹	2120 b	720	180	3020 ab

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

La aplicación de ácido β-naftoxiacético (Tomatosa®) en dosis de 3,5 cm³.litro⁻¹ y 10 cm³.litro⁻¹ produjo incrementos significativos en el peso fresco de los frutos, diferenciándose de los frutos tratados únicamente con agua. Si bien el testigo (sin aplicación) no manifiesta diferencias significativas con respecto a los tratamientos de las dosis mencionadas anteriormente, se registró una tendencia a frutos de menor peso fresco, situación que podría ser explicada por la magnitud de los desvíos (Tabla 4).

La aplicación de 3,5 cm³.litro⁻¹ incrementó también el peso seco y el diámetro de los frutos, diferenciándose significativamente del tratamiento testigo, de los frutos tratados con agua y con 1 cm³.litro⁻¹ de hormona. El espesor del mesocarpio no fue modificado por los tratamientos. Las plantas sin tratamiento de hormonas presentaron frutos con porcentajes de ahuecado inferior a 1 (Foto 6). Dosis crecientes de hormona aumentaron el porcentaje de frutos huecos, observándose diferencias significativas respecto a las plantas sin tratar, a partir de la aplicación de 3,5 cm³.litro⁻¹ (Fotos 7, 8, 9, 10 y 11). El mayor porcentaje de ahuecado se obtuvo con la dosis máxima (Foto 12), la que se diferenció de los frutos obtenidos de plantas sin tratar o tratadas con dosis de 1 a 3,5

cm³.litro⁻¹ (Tabla 4 Foto 6 y 7).

La aplicación de diferentes dosis del regulador auxínico utilizado (Tomatosa®) no produjo modificaciones en la fenología del cultivo en ninguno de los dos ensayos.

Tabla 4. Calidad de fruto en tomate cv. Elpida, según dosis de ácido β-naftoxicético (Tomatosa®) en el Ensayo 2. La Plata, Buenos Aires, 2012.

Tratamiento	Peso fresco [g]	Peso seco [g]	Espesor del mesocarpio [cm]	Ahuecado [%]	Diámetro (cm)
Testigo sin aplicación	240,61 ab	8,01 b	1,01	0,63 a	7,73 b
Aplicación de agua	222,14 b	7,88 b	1,00	0,83 a	7,23 b
1 cm ³ .litro ⁻¹	230,59 ab	8,04 b	1,03	4,17 ab	7,70 b
2,5 cm ³ .litro ⁻¹	253,83 ab	8,23 ab	1,04	7,08 abc	8,25 ab
3,5 cm ³ .litro ⁻¹	272,90 a	8,65 a	1,04	14,79 bc	8,87 a
5 cm ³ .litro ⁻¹	255,25 ab	8,20 ab	1,06	11,04 bcd	8,27 ab
7,5 cm ³ .litro ⁻¹	260,09 ab	8,43 ab	1,04	17,29 cd	8,33 ab
10 cm ³ .litro ⁻¹	268,79 a	8,41 ab	1,05	17,92 d	8,38 ab

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



Foto 6. Fruto de tomate cv. Elpida proveniente de plantas sin aplicación de ácido β -naftoxiacético ni agua. La Plata, Buenos Aires, 2012.



Foto 7. Fruto de tomate cv. Elpida proveniente de plantas tratadas con $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2012.



Foto 8 y 9. Fruto de tomate cv. Elpida proveniente de plantas tratadas con $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2012.



Foto 10 y 11. Frutos de tomate cv. Elpida proveniente de plantas tratadas con $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2012.



Foto 12. Fruto de tomate cv. Elpida proveniente de plantas tratadas con $10 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®). La Plata, Buenos Aires, 2012.

Discusión

La aplicación de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®) produjo incrementos en el peso fresco y diámetro de los frutos cosechados en las distintas condiciones de los ensayos llevados a cabo en La Plata en los años 2011 y 2012, en concordancia con lo observado por Serrani Yarce (2008). Este autor informó que tratamientos con 2,4-D favorecían la división celular, lográndose frutos de mayor peso y tamaño que los testigos sin tratar. Ambos ensayos efectuados en La Plata permitieron observar esta tendencia con incrementos significativos en los pesos frescos de frutos para las dosis de 2,5 y 5 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ en el ensayo 1 (2011) y de 3,5 y 10 $\text{cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoixacético (Tomatosa®) en el ensayo 2 (2012). Estos resultados coinciden con las observaciones de Weaver (1976) quien informó que la aplicación de 200 ppm de IBA y dosis de 25 a 50 ppm de ANA en diversas variedades de tomate aumentaron el tamaño de los frutos.

Serrani Yarce (2008) informó que la morfología de los frutos de tomate inducidos por aplicaciones exógenas de auxinas y giberelinas presenta caracteres diferentes. Este autor señala que aplicaciones con GA_3 determinan que el tejido locular del fruto se desarrolle de manera escasa dejando cavidades loculares vacías, mientras que los frutos

tratados con 2,4-D (regulador de naturaleza auxínica) presentan pseudo-embriones y cavidades locales llenas. En las condiciones de nuestros ensayos, realizados en La Plata, se observó que las aplicaciones de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) en dosis mayores a $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ produjeron frutos con cavidades locales huecas. La aplicación de este regulador hormonal estimula la división celular del tejido parenquimático de los frutos y es el responsable de la aparición de deformaciones placentarias e hiperplacentaciones (Rylski, 1979).

Nuestros resultados muestran pequeños incrementos en el espesor del mesocarpio en los frutos obtenidos en todos los tratamientos de aplicación de Tomatosa®, sin diferencias significativas respecto a los testigos. Serrani Yarce (2008) informó que dichos aumentos en el espesor del mesocarpio se deben al incremento de las divisiones celulares ocasionadas por el regulador auxínico. En nuestro ensayo no se observó una respuesta contundente para este parámetro.

Ozguyen et al. (1997) indicaron que las dosis y números de aplicaciones son importantes para determinar el efecto sobre el tamaño de los frutos obtenidos y el rendimiento. En este trabajo pudo comprobarse que las dosis de $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) y superiores, tiene efectos en el incremento del tamaño de los frutos y el rendimiento por planta.

Contrariamente a lo observado en La Plata, en la localidad de Bella Vista (provincia de Corrientes), la aplicación de 3 y $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) 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 (Martínez et al., 2016).

Con los resultados obtenidos en este trabajo se verifica que dosis elevadas de ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®), mayores a $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$, aplicadas sobre las flores abiertas, provocan alteraciones morfo-anatómicas, como las placentaciones múltiples e incrementos de cavidades locales huecas que desmerecen la calidad comercial de los frutos obtenidos.

Conclusión

Los datos obtenidos en los dos ensayos realizados en La Plata permiten determinar el efecto positivo que tiene la aplicación de un regulador auxínico como el ácido β -naftoxiacético (Tomatosa®) para inducir incrementos en el peso fresco, diámetro y rendimiento de frutos de tomate.

Para las condiciones de cultivo imperantes en La Plata, y particularmente en las condiciones de manejo de los ensayos evaluados en este trabajo, se comprobó que la aplicación semanal sobre flores abiertas de dosis de $3,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ de ácido β -naftoxiacético promovió el rendimiento y la obtención de frutos de mayor tamaño. Sin embargo, se sugiere la aplicación de dosis de $2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{litro}^{-1}$ por lograrse resultados equivalentes en la calidad de frutos (peso individual y diámetro) con menor porcentaje de ahuecamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Argerich, C. and Troilo, L. Eds. 2011. Diagnóstico socioeconómico del sector hortícola argentino. Aspectos generales del cultivo de tomate In: Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena del tomate. FAO. Bs. As., Argentina.

Astegiano, E.; A. Vegetti and J. Favaro 1982. Efectos de las aplicaciones de ácido giberélico y ácido B-naftoxiacético sobre la producción temprana de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNL). ISSN 0325-3112.

Bulnes Mendoza, I. 2012. Tomate. In: Horticultura. La Plata, Buenos Aires. pp. 305-323 (Al Margen ed.).

Castillo, O.; Barral, G.; Rodríguez, G.; Miguelisse, N. and 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 pp83-91.

Cieza, R. 2004. Asesoramiento profesional y manejo de nuevas tecnologías en unidades de producción hortícolas del Gran La Plata, Argentina. Scientia Agraria 5 (1-2): pp 79–85. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99517145012>

Consejo Federal de Inversiones. Impulso Agrícola: Censo Hortícola Bonaerense 2005, Detección y geo-referenciación de áreas de explotación hortícola, provincia de Buenos Aires. Disponible en: <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/impulso-agricola-censo-horticola-bonaerense-2005-deteccion-y-georeferenciacion-de-areas-de-explotacion-horticola-provincia-de-buenos-aire/>

Curso de Horticultura, Guía didáctica: cultivo y manejo del cultivo de tomate. 2017. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Impreso por el Centro de Estudiantes de la FCAYF.

Fernández Lozano, J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina: Gerencia de calidad y tecnología. Secretaria de Comercio Interior. Mercado Central de Bs. As. Disponible en: http://www.central-servicios.com.ar/cmcba/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf

Galván-Luna, J.; Briones-Encinia, F.; Rivera-Ortíz, P.; Valdes-Aguilar, L.; Soto-Hernández, J.; Rodríguez-Alcázar, J. and Salazar-Salazar, O. 2009. Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. *Agricultura Técnica en México* 35pp 339-345.

Geisenberg, C. and Stewart, K. 1986. Field Crop Management. In: Atherthon, J.; Rudich, J. (ed) *The tomatoe Crop*. Chapman and Hall. London: 511-557.

Guardiola, B. 2004. Cuajado del fruto, aspectos hormonales y nutricionales. Universidad Politécnica de Valencia, España. Mayo 2004.

Guía didáctica: Cultivo y manejo del cultivo de tomate. 2017. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Impreso por el Centro de Estudiantes de la FCAYF.

Guillaspy, G.; Ben-David, H. and Gruissem, W. 1993. Fruits: A developmental perspective. *Plant Cell* 5pp 1439-1451.

Ho, L. 1996. Tomato. In: Zamski, E.; Schaffer, A.A. *Photoassimilate distribution in plants and crops, source-sink relationships*. Eds. Marcel Dekker, Inc. New York. 30pp709-728.

Mahmood, S. and Bahar, M. 2008. Response of 4-CPA on the Yield of Summer-Grown Tomatoes. *Acta Hort.* 774, ISHS pp 363 – 368.

Martinez, S.; Garbi, M.; Carbone, A.; Morelli, G.; Argerich, C.; Pacheco, R. y Puch, L. 2016. Aplicación de reguladores auxínicos: efecto sobre el cuajado de fruto en tomate para consumo fresco. *Horticultura Argentina* 35 (87): 30-40. May.- Ago 2016. ISSN de la edición on line 1851-9342.

Maroto Borrego, J.V. 1995. *Horticultura Herbácea Especial*. Ediciones Mundi prensa, Madrid, España.

Ministerio de Asuntos Agrarios. 2006 subsecretaria de Agricultura y Ganaderia. disponible en http://www.maa.gba.gov.ar/archivos/informe_censo_hf.pdf

Nisen, A.; Grafiadellis, M.; Jimenez, R.; LaMalfa, G.; Martinez Garcia, P.; Monteiro, A.; Verlodt, H.; Villele, O.; Zabeltitz, C.; Denis, I and Baudoin, W. 1990. Protected cultivation in de Mediterranean climated. FAO. *Plant production and protection paper* n° 90. Rome, Italy.

- Nuez, F.** 1995. El cultivo de tomate. pp 66. Editorial Mundi-prensa Madrid, España.
- Özgülven, A.I.; Paksoi, M. and Abak, K.** 1997. The effect of 4-CPA on the yield of summer grown tomato. *Acta Horticulturae* 463 pp:243-249.
- Peet, M. and Bartholemew, M.** 1996. Effect of night temperature on pollen characteristics, growth and fruit set in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121pp514-519.
- Picken, A.** 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science* 59: pp 1-13.
- Picken, A. and 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: pp 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.
- Rodriguez Rodriguez, R.; Tabares Rodriguez, J. and Medina San Juan, J.** 1989. *Cultivo moderno del tomate*. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.
- Rylski, I.** 1979. Fruit Set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and polination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:835-838.
- Sawhney, V.** 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.** 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.

UNLP. 2015. Proyecto para crear escuela agraria. Disponible en http://www2.unlp.edu.ar/articulo/2015/8/28/la_unlp_avanza_en_el_proyecto_para_crear_una_escuela_agraria.

Weaver, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. México. Editorial Trilla. 622 pp.