

## Efectos del 3,5,6-TPA en la composición de calibres y calidad de los frutos de naranjo Valencia y pomelo Marsh en las condiciones de Jagüey Grande

### Effects of 3, 5, 6-TPA on size composition and fruit quality in Valencia orange and Marsh grapefruit in Jaguey Grande conditions

Miguel Aranguren<sup>1</sup>, Giselle Sosa<sup>1</sup>, Ildemaro Martínez<sup>1</sup>, Jenny Rodríguez<sup>1</sup> y Eugenio Alonso<sup>2</sup>

1. Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande, Instituto Investigaciones Fruticultura Tropical. Calle 24 # 1702 e/17 y 17<sup>a</sup>, Torriente, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba

2. Empresa de Cítricos 'Victoria de Girón', Jagüey Grande, Matanzas, Cuba

E-mail: Email: [miguel@citrovg.cu](mailto:miguel@citrovg.cu)

**RESUMEN.** En plantaciones de cítricos la aplicación de auxinas de síntesis y otros reguladores del desarrollo se han empleado con éxito para incrementar la calidad de los frutos y los rendimientos en muchos cultivares. La aplicación del ácido 3,5,6-tricloro-2-piridil oxiacético durante el cuajado de los frutos en plantaciones de naranjo [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cv. 'Valencia late' y de pomelo (*Citrus paradisi* Macf.) cv. 'Marsh', contribuyó al incremento de los sólidos solubles, mejoró la composición de calibres comerciales y mostró un adelanto en los cambios de coloración de los frutos en la cosecha.

**Palabrac clave:** Auxinas, calibre del fruto, calidad.

**ABSTRACT.** In citrus plantations the synthesis auxins applications and others development regulators have been used with success to increase the fruits quality, and to increase the yields in many cultivars. 3,5,6-tricloro-2-piridil oxiacético acid applications, was made in orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cv. 'Valencia late' and grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) cv. 'Marsh' plantations during fruit set period. Those applications increase the soluble solids fruit levels, it improved the commercial size composition and it showed an advance in the fruits coloration changes at harvest time.

**Keywords:** Auxins, fruit size, quality.

## INTRODUCCIÓN

En cítricos la obtención de frutas de alta calidad es la mejor forma de garantizar el retorno de ganancias y la viabilidad de la producción, con el incremento del valor y la demanda de los productos que se comercializan. El tamaño de los frutos y la composición de calibres en la cosecha, forma parte de las especificaciones de calidad que determinan si es factible económicamente la recolección de determinada plantación en función de los volúmenes de cosecha con calidad comercial, teniendo en cuenta que los consumidores prefieren los frutos grandes y los pequeños no cubren los costos del cultivo (Erner *et al.*, 2004).

El tamaño final de los frutos depende de su capacidad de crecimiento, que está determinada por la disponibilidad de metabolitos (carbohidratos), y se incrementa cuando se reduce la competencia (Guardiola, 2000; Saavedra, 2005). La

manipulación del desarrollo de los frutos por diferentes vías como el aclareo, anillado o rallado de ramas y la aplicación de reguladores del desarrollo, ha permitido incrementar la calidad de los frutos y los rendimientos en muchos frutales (Aranguren *et al.*, 1988; Agustí *et al.*, 1999; Sartori y Marodin, 2003; Chao *et al.*, 2004; Stern *et al.*, 2007).

Para incrementar el tamaño de los frutos se han utilizado de forma tradicional auxinas de síntesis como 2,4-D (ácido 2, 4-dichlorophenoxyacético), ANA (ácido naphthaleneacético), 2, 4-DP (ácido 2,4-dichlorophenoxypropionico) y 3,5,6-TPA (ácido 3,5,6-tricloro-2-pyridyloxyacético). El manejo del tamaño de los frutos con estas auxinas se logra por el raleo de frutos pequeños que provocan en cultivares altamente productivos, aumento de la capacidad sumidero de los frutos e

integrando ambos procesos (Erner et al., 2004). En este trabajo se reúnen los resultados de las aplicaciones del regulador del crecimiento de composición auxínica 3, 5, 6-TPA, en dos cultivares

de cítricos, para aumentar el tamaño de los frutos, mejorar la composición de calibres comerciales, obtener mayor rendimiento de la cosecha y precocidad en la recolección en cítricos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en plantaciones comerciales de pomelo ‘Marsh’ (*Citrus paradisi* Macf.) y naranjo ‘Valencia late’ [*Citrus sinensis* (L.) Osb.], injertadas sobre naranjo ‘Agrio’ (*Citrus aurantium* L.), plantadas a una distancia de 4m x 8m y 5m x 10m respectivamente, que se encontraban ubicadas en la Empresa Cítrica

“Victoria de Girón” de Jagüey Grande, provincia de Matanzas, Cuba.

Se utilizó el producto comercial MAXIM (ácido 3, 5, 6-tricloro-2-piridil oxiacético) de la firma Chimac-Agriphar S.A, que se aplicó según el fabricante (tabla 1) en plantaciones de los dos cultivares.

**Tabla 1. Momento de aplicación y dosis aplicadas en cada cultivar**

Cultivar	Criterios para la aplicación*	Dosis
Naranjo Valencia	Diámetro de los frutos (entre 26-28 mm) Un 85 % de los frutos > 25 mm diámetro	10 mg l <sup>-1</sup>
Pomelo Marsh	Diámetro de los frutos (entre 24-26 mm) Un 85 % de los frutos > 22 mm diámetro	12 mg l <sup>-1</sup>

\*Según Chimac-Agriphar S.A

Para determinar el momento de aplicación, se realizaron mediciones del diámetro ecuatorial a 100 frutos por planta, en 10 plantas al azar en un campo de cada cultivar. La dosis se seleccionó en función del tamaño medio de los frutos en el muestreo.

contenido de jugo (%), sólidos solubles totales (°Brix) por refractometría, acidez titulable (%) por valoración con NaOH (0,1 N) e índice de madurez (SST/acidez). Se utilizaron los métodos de ensayo de laboratorio correspondientes para cada análisis (NC 77-11:1981; NC-ISO IDT 2173:2001; NC-ISO IDT 750:2001).

El producto se aplicó con máquina asperjadora comercial, a dos surcos de naranjo (0,486 ha) y dos de pomelo (0,608 ha), con una formulación en forma de pastillas al 10 % de la ingrediente activo. Después de la aplicación y con intervalos semanales se hicieron determinaciones del número de frutos caídos bajo los árboles en 10 plantas por tratamiento y se determinó el promedio de frutos caídos en un área de 1 m<sup>2</sup>. Se calculó la desviación estándar como indicador de la variabilidad.

La coloración de los frutos se determinó por apreciación visual del color externo, y los frutos se ubicaron en cinco categorías por índice de color (IC). Donde: IC-0 (Verde intenso), IC-1 (Verde con trazas amarillas), IC-2 (Más verde que amarillo), IC-3 (Amarillo verdoso), IC-4 (Amarillo con trazas verdes). Se determinó el porcentaje de frutos de color verde intenso en cada tratamiento.

Durante el desarrollo de los frutos se observó su crecimiento en las plantas tratadas y control sin aplicación. En el momento de la cosecha de cada cultivar, se llevaron muestras de frutos al laboratorio para determinar la influencia del tratamiento en las características físico-químicas de calidad, maduración y coloración externa.

La composición de calibres comerciales se estableció en muestras de 100 frutos por tratamiento y se determinaron los porcentajes de frutos en cada rango de diámetros (mm) por calibres utilizados para la comercialización según el cultivar.

Para las determinaciones de las variables de calidad de los frutos se analizaron por tratamiento, 100 frutos distribuidos en cinco repeticiones (20 frutos), y se determinaron: masa por fruto (g), diámetro ecuatorial (mm), altura del fruto (mm), grosor de corteza (mm),

Para el procesamiento de los datos se realizó un análisis de comparación de medias por la prueba *t*, y las diferencias estadísticas se establecieron para *P*<0,05; se empleó el estadístico, Statistic-Versión 6.0 (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estimación del momento de aplicación por cultivares:

La evaluación del tamaño de los frutos en las plantaciones de los cultivares analizados, para determinar las condiciones óptimas de desarrollo de los frutos para la aplicación de 3,5,6-TPA (MAXIM), indicó que las plantas de los lotes T-17-4B de naranjo 'Valencia' y T-17-3B de pomelo 'Marsh', eran las más adecuadas para la aplicación, pues en el resto de las áreas evaluadas los frutos superaban los tamaños recomendados para lograr la efectividad del producto.

Las evaluaciones mostraron que en la plantación de naranjo 'Valencia' seleccionada para la aplicación, un 85 % de los frutos se encontraba con un tamaño medio de 29 mm de diámetro (rango de 25-30 mm) en fecha 30 de marzo, lo que se corresponde con una dosis de aplicación de 10 mg l<sup>-1</sup> (25-30 tabletas/ha).

En la plantación de pomelo 'Marsh', los frutos estaban en el límite de desarrollo para la aplicación y se encontró que para esa misma fecha el 87 % de los frutos tenían un diámetro medio de 28 mm (rango entre 24-26 mm), por lo que se recomienda una dosis de 12 mg l<sup>-1</sup> (30-40 tabletas/ha).

### Estimación de las caídas de frutos después de la aplicación:

La evaluación de las caídas de frutos después de siete y 12 días de la aplicación del 3,5,6-TPA, mostró que en naranjo Valencia late, el producto no produjo un aclareo de frutos importante (figura 1), sin embargo en pomelo

Marsh, se apreció un mayor número de frutos caídos en las plantas tratadas, lo que indica un efecto de aclareo importante como resultado de la aplicación, lo que se corresponde con lo informado por Agustí *et al.* (1993).

Las evaluaciones posteriores de frutos caídos, indicaron una disminución de la tasa de abscisión de frutos a medida que su estadio de desarrollo fue mayor; no obstante, en naranjo 'Valencia' las caídas se presentaron en la etapa de septiembre y octubre con el inicio de la manifestación de las rajaduras en la corteza de los frutos. En pomelo 'Marsh' las caídas de frutos se presentaron asociadas al avance de la maduración, pero sin influencia apreciable relacionada con el tratamiento aplicado.

El aclareo de frutos a causa de la aplicación de 3, 5, 6-TPA fue mayor en los árboles de pomelo que en los de naranjo, lo que indica una mejor respuesta a la aplicación en los pomelos. Roses (2005) en plantaciones de mandarinos con altas producciones, observó que las aplicaciones de 3, 5, 6-TPA indujeron un mayor tamaño de los frutos, pero se redujo su número en la cosecha. Este resultado se atribuye a la disminución de la competencia por el aclareo de los frutos que permite un incremento de la capacidad de las plantas para nutrir los frutos que se mantienen (Saavedra, 2005).

### Influencia del tratamiento sobre la calidad de los frutos:

La evaluación de la influencia del 3, 5, 6-TPA, sobre la evolución del color de los frutos (figura 2), mostró que en ambos cultivares, los porcentajes de frutos de color verde intenso eran menores con respecto al control.

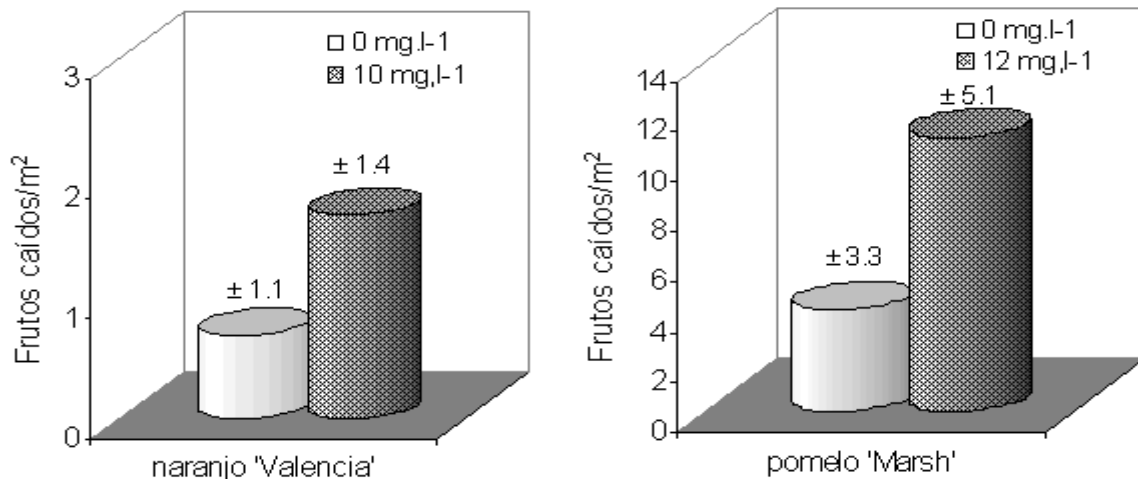


Figura 1. Caídas de frutos después de siete días de la aplicación del 3, 5, 6-TPA en plantaciones de los diferentes

En pomelo ‘Marsh’ aunque los cambios de color no fueron estadísticamente significativos, sí se apreció un cambio de coloración hacia frutos con corteza verde amarillenta, lo que favoreció la calidad de estos frutos para la comercialización. En los árboles de naranjo ‘Valencia’ las diferencias en la coloración de los frutos de las plantas no tratadas y las asperjadas con el 3,5,6-TPA, fue más evidente y significativas.

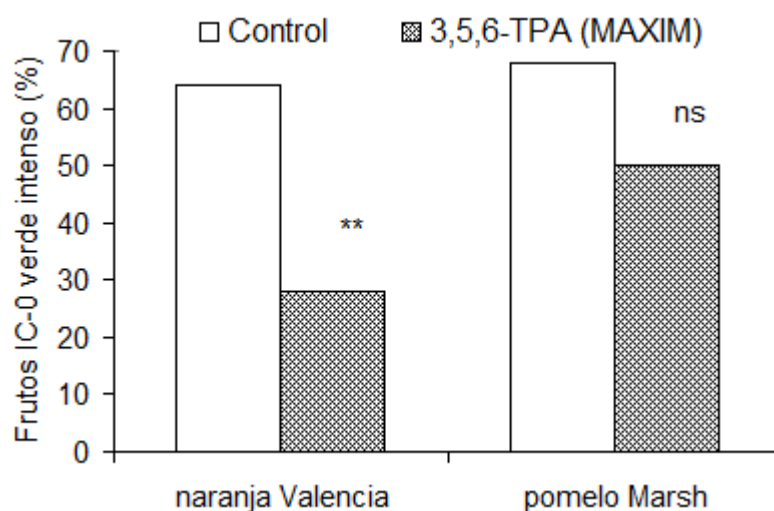


Figura 2. Frutos con un color verde intenso (IC-0) en plantas de naranjo ‘Valencia’ y pomelo ‘Marsh’ tratadas con 3,5,6-TPA. Evaluación en la cosecha

La aplicación de 3, 5, 6-TPA, en plantas de naranjo ‘Valencia’ a 10 mg l<sup>-1</sup> (diámetro medio de los frutos de 29 mm) (tabla 2), influyó significativamente en el grosor de la corteza, contenido de jugo y sólidos solubles totales. No se encontraron diferencias significativas, entre la masa, diámetro, altura, acidez e índice de madurez de los frutos tratados y control, sin embargo, se apreció un ligero incremento de estas variables con la aplicación de la auxina.

En pomelo Marsh (tabla 3.) se encontraron resultados similares a los de naranjo ‘Valencia’ con relación a la influencia del tratamiento sobre las variables de

calidad, masa, diámetro y altura de los frutos, sin embargo en este caso el grosor de la corteza y el contenido de jugo no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. En la fecha de cosecha analizada el contenido de jugo superaba el 35 % mínimo establecido para la comercialización.

La influencia del 3, 5, 6-TPA sobre los sólidos solubles totales resultó en un incremento significativo, al igual que el índice de maduración; por su parte, la acidez resultó disminuida como resultado del tratamiento. En

Tabla 2. Efectos del 3, 5, 6-TPA sobre las variables de crecimiento y calidad de los frutos de naranjo Valencia a inicio de la cosecha (28/noviembre)

Tratamiento	Masa (g)	Diámetro			Corteza	Jugo			SST	Acidez	Ratio
		(mm)				(%)					
Control	161.9	63.9	64.8	2.5	45.7	8.8	1.05	8.5			
3, 5, 6-TPA	153.5	64.9	65.8	3.0	49.9	9.7	1.08	8.9			
Significación	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns			

(\*) diferencias significativas y (ns) no significativas

Tabla 3. Efectos del 3, 5, 6-TPA sobre las variables de crecimiento y calidad de los frutos de pomelo Marsh a inicio de la cosecha (10/septiembre)

Tratamiento	Masa (g)	Diámetro			Corteza	Jugo			SST	Acidez	Ratio
		(mm)				(%)					
Control	283.5	82.5	81.7	5.1	39.0	9.3	1.55	6.1			
3, 5, 6-TPA	307.1	85.6	84.6	4.9	38.3	9.7	1.46	6.7			
Significación	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*			

(\*) diferencias significativas y (ns) no significativas

ambos cultivares el resultado más significativo de la aplicación, fue el mayor contenido de sólidos solubles encontrado en los frutos tratados, lo que es de gran valor a inicio de temporada como factor de calidad para la fruta destinada a la industria.

En mandarina ‘Clementina’, se ha encontrado que las aplicaciones de 3, 5, 6-TPA a 15 mg l<sup>-1</sup> cuando los frutos tenían un diámetro de 16-18 mm, incrementaron el tamaño de los frutos, los sólidos solubles y el índice de maduración de forma significativa, lo que se corresponde con una reducción de la acidez (Roses, 2005). Las aplicaciones de esta auxina realizadas por Saavedra (2005) en naranjo ‘Lane late’, no mostraron un efecto importante en la coloración de la fruta y los sólidos solubles, aunque si favorecieron la disminución de la acidez y el aumento de índice de madurez en los frutos.

La composición de calibres comerciales es una variable de calidad que determina en gran medida los volúmenes de frutos comercializables y bajo determinadas condiciones, se presentan problemas con la distribución de calibres por una proporción elevada de frutos pequeños, que no son aptos para la comercialización sobre todo a inicio de la temporada de cosecha.

En las condiciones de Jagüey Grande se han informado rechazos por frutos pequeños que alcanzan valores del 43.8% en naranjo y de 12.7-19.0% en los cultivares de pomelo (Aranguren *et al.* 2006).

El 3,5,6-TPA influyó en la composición de la producción por calibres comerciales, (figura 3); en naranjo Valencia mejoró ligeramente la composición de calibres, con un desplazamiento de los tamaños de frutos hacia calibres más grandes (65-71 mm) con relación al control.

En las aplicaciones de 3,5,6-TPA en cultivares de mandarina ‘Oronules’, ‘Fortune’, ‘Nova’ y naranjo ‘Valencia’, Agustí *et al.* (1993) tuvieron una mejor

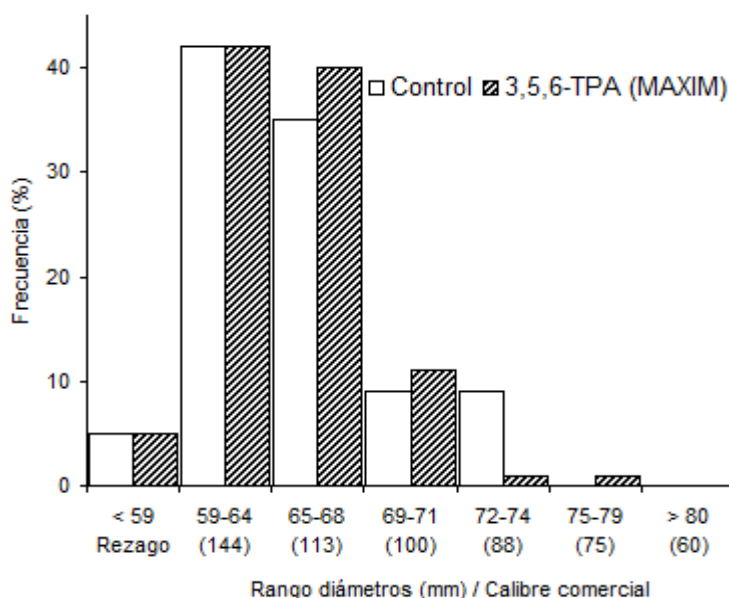


Figura 3. Distribución de los frutos de naranjo ‘Valencia’ por calibres comerciales a inicio de la cosecha. Aplicación 10 mg l<sup>-1</sup> de 3, 5, 6-TPA

composición de calibres con desplazamiento hacia los más comerciales, debido a la influencia de la auxina en el aclareo y crecimiento de los frutos vinculada al momento de aplicación y el número final de frutos por planta.

La influencia del 3, 5, 6-TPA en la distribución de los frutos de pomelo ‘Marsh’ por calibres comerciales, tuvo mayor peso que en naranjo, con un mayor desplazamiento de los frutos hacia calibres de mayor valor comercial (figura 4), como resultado del tratamiento. Este resultado es de gran valor

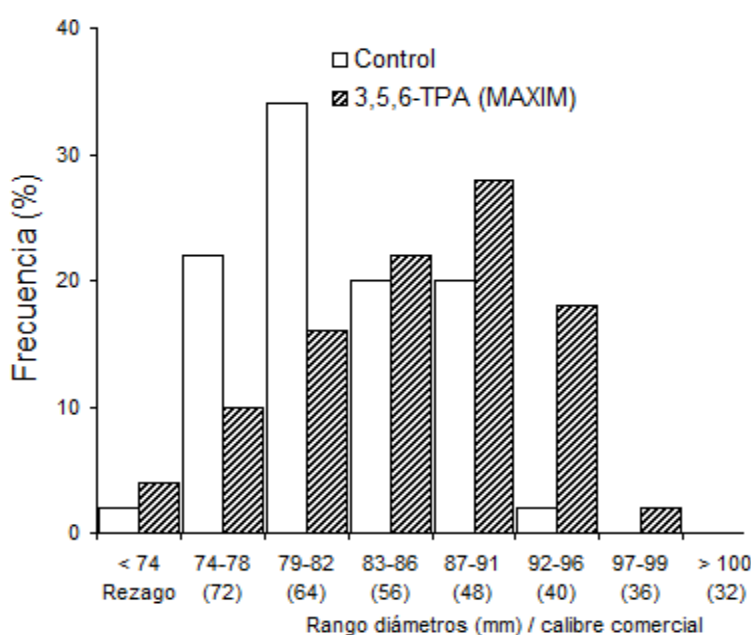


Figura 4. Distribución de los frutos de pomelo ‘Marsh’ por calibres

productivo, pues representa un aumento en los niveles de aprovechamiento para la comercialización a inicio de temporada, y la disminución de las pérdidas de frutos por pequeño tamaño.

La poca respuesta a la aplicación encontrada en naranjo 'Valencia' en comparación con pomelo 'Marsh', en relación con la composición de calibres, se atribuyó al efecto marcado de aclareo de frutos en los árboles de pomelo que favoreció su crecimiento y por lo tanto el desplazamiento de calibres.

En naranjo 'Valencia' se estimó un número promedio de frutos por planta de 1117, mientras que en pomelo solo de 608; estas diferencias en el número de frutos, determina diferencias en el balance fuente-sumidero y por tanto la menor o mayor capacidad de movilizar metabolitos que favorecen el crecimiento.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de 3,5,6-TPA en árboles de pomelo 'Marsh' favoreció el incremento del contenido de sólidos solubles de los frutos, mejoró su coloración y la composición de calibres comerciales. En naranjo 'Valencia' se encontró un mayor contenido de sólidos e incrementos ligeros en otras variables de calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agustí, M., Almela, V., Andreu, I.; Juan, M. and Zacarias, L. 1999. Synthetic auxin 3, 5, 6-TPA promotes fruit development and climacteric in *Prunus persica* L. Batsch. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 74 (5): 556-560.

2. Agusti, M., Almela, V., Juan, M., Aznar, M., Zaragoza, S. y Primo Millo, E. 1993. Aplicación de 3, 5, 6-TPA para aumentar el tamaño del fruto en los agrios. *Revista Levante Agrícola*, 2do trimestre. 5p.

3. Aranguren M., María Elena García y Jenny Rodríguez. 2006. Identificación en poscosecha de los factores limitantes de la calidad comercial de los cítricos para la exportación. En: Congreso Científico del INCA (15: 2006; nov 7-10, La Habana) Memorias CD-ROM, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2006. ISBN 959-7023-36-9.

4. Aranguren, M., D. Alfaro y O. Castro. 1988. Efecto de aplicaciones pre cosecha de 2, 4-D en naranjo 'Valencia'. *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura* 11 (3): 113-119.

5. Chao, C.T., Lovatt Carol, and Louise Ferguson. 2004. Application of plant growth regulators and / or fertilizers to increase fruit set, fruit size and yield of Clementine mandarin. *Citrus Research Board, Annual Report 2004. Final Report*. 3p.

6. Erner, Y., E. Tagari, M. Hamou and I. Katzin. 2004. Enhancing citrus fruit size: An overview of opportunities and achievements in Israel. In: 10th International Citrus Congress. International Society of Citriculture. (Separata). 23 p.

7. Guardiola J.L., 2000. Regulation of flowering and fruit development: Endogenous factors and exogenous manipulation. *Proceeding of the International Society of Citriculture. IX Congress*. 342-346.

8. NC 77-11:1981. Métodos de Ensayo. Frutos y Vegetales Naturales. 4 pp.

9. NC-ISO IDT 2173:2001. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Código refractométrico. 9 pp.

10. NC-ISO IDT 750:2001. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación de la acidez valorable. 9 pp.

11. Roses, María. 2005. Efectos de las auxinas de síntesis, 2,4D; 2,4DP y 3, 5, 6TPA; sobre la producción y calidad de fruto, en el mandarina 'Clementino' (*Citrus clementina* Blanco) cv. Clemenules. Tesis (Ing Agr). Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 77 p.

12. Saavedra, Bernardita. 2005. Efecto del 2,4-D; 2,4-DP y 3, 5, 6-TPA, sobre el tamaño final, productividad y calidad de los frutos en naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Lane late. Tesis (Ing Agr). 87 P. Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. Disponible en la Biblioteca Central del INIA S112e.

13. Sartori I. A., Arduino-Bettio, M.G. 2003. Aplicação de auxinas e incisão anelar de ramos em pessegueiros cv. Diamante. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 25 (1): 1-4.

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

Recibido: 12/02/2011

Aceptado: 22/05/2011