



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA ASPERSIÓN DE BORO, INCISIÓN DE CORTEZA Y LA
APLICACIÓN DE ALGUNOS REGULADORES DE CRECIMIENTO, SOBRE LA
RETENCIÓN Y CALIDAD DE FRUTA EN MADARINO VARIEDAD FORTUNA.**

VICTOR MANUEL ESGUEP GIMENO

SANTIAGO - CHILE

2005

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFECTO DE LA ASPERSIÓN DE BORO, INCISIÓN DE CORTEZA Y LA
APLICACIÓN DE ALGUNOS REGULADORES DE CRECIMIENTO, SOBRE LA
RETENCIÓN Y CALIDAD DE FRUTA EN MANDARINO VARIEDAD FORTUNA.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fruticultura.

VICTOR MANUEL ESGUEP GIMENO

PROFESOR GUÍA	Calificaciones
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,5
Sr. Luis Luchsinger L. Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,5

Santiago, Chile. 2005

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODO	7
Materiales.....	7
Productos aplicados.....	7
Método.....	8
Descripción de los tratamientos.....	8
Evaluaciones de postcuaaja.....	9
Evaluaciones de postcosecha.....	9
Diseño experimental y análisis estadístico.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Curva de crecimiento del fruto.....	12
Caída de frutos.....	13
Distribución de la caída de frutos.....	14
Retención final de frutos.....	16
Eficiencia productiva.....	20
Calidad de fruta.....	27
Tamaño y color de fruta.....	27
Presencia de semillas.....	28
Cantidad y composición del jugo.....	30
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32

RESUMEN

A pesar de la intensa floración exhibida por el mandarino var. Fortuna, la alta competencia entre flores y frutos cuajados, origina una fuerte caída de estos órganos reproductivos, que finalmente provoca una baja producción. Por ello se realizaron diferentes tratamientos con el objeto de lograr aumentar la retención de frutos en esta variedad. Se seleccionaron 5 árboles por tratamiento, escogidos al azar. Los tratamientos fueron: testigo, ácido bórico ($10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), ácido naftalenacético ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), ácido giberélico ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), ácido giberélico ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) más citoquininas ($1 \text{ cm}^3\cdot\text{L}^{-1}$), ácido giberélico ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) más incisión de corteza, e incisión de corteza. Todos los tratamientos se realizaron en postcujaja, salvo el ácido bórico el cual fue aplicado en prefloración. Las aplicaciones de ácido bórico, ácido naftalenacético y ácido giberélico no presentaron diferencias significativas en cuanto a eficiencia productiva en relación al testigo. Todos estos tratamientos tuvieron, en promedio, menos de $2 \text{ frutos}\cdot\text{cm}^{-2}$ de ASTT a la cosecha. Los tratamientos con ácido giberélico más citoquininas, ácido giberélico más incisión de corteza e incisión de corteza, presentaron diferencias significativas en eficiencia productiva con el testigo, reteniendo 3,7; 11,1 y 15,4 $\text{frutos}\cdot\text{cm}^{-2}$ de ASTT, respectivamente. Los árboles en los cuales se aplicó ácido giberélico tuvieron un claro retraso en la caída de frutos en comparación al testigo, pero esto no se vio reflejado en un aumento de fruta a la cosecha, salvo en los tratamientos combinados con citoquininas e incisión de corteza. No hubo diferencias en los parámetros de calidad de frutos entre los distintos tratamientos, como son: grosor de cáscara, color, porcentaje de jugo, cantidad de sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez. Tampoco existió una relación clara entre el peso del fruto y la cantidad de semillas presente en él.

Palabras clave: Ácido giberélico, citoquininas, ácido naftalenacético, caída postcujaja.

SUMMARY

In spite of the intense bloom displayed by the 'Fortune' mandarin, the high competition between flowers and set fruits results in a considerable drop of these reproductive organs, which finally causes a low production. Hence, different treatments were made to increase fruit retention in this cultivar. Five trees per treatment were selected at random. The treatments were: control, boric acid ($10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), naphthalenacetic acid ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), gibberellic acid ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), gibberellic acid ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) plus cytokinins ($1 \text{ cm}^3\cdot\text{L}^{-1}$), gibberellic acid ($20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) plus bark girdling and bark girdling. All treatments were made after fruit set, except for boric acid which was applied at pre-bloom. The applications of boric acid, naphthalenacetic acid and gibberellic acid did not present significant differences in productive efficiency in relation to the control. On the average, all these treatments had fewer than $2 \text{ fruits}\cdot\text{cm}^{-2}$ of trunk transversal section area (TTSA) at harvest. Treatments with gibberellic acid plus cytokinins, gibberellic acid plus bark girdling and bark girdling presented significant differences in productive efficiency with respect to the control, retaining 3.7, 11.1 and $15.4 \text{ fruits}\cdot\text{cm}^{-2}$ of TTSA, respectively. Trees treated with gibberellic acid clearly showed delayed fruit drop in comparison to the control, but this was not reflected in fruit increase at harvest, except in the treatments combined with cytokinins and bark girdling. No differences were found in fruit quality among the different treatments in parameters such as rind thickness, color, juice percentage, amount of soluble solids, acidity and soluble solids/acidity ratio. Neither was there a clear relationship between fruit weight and seed number in each fruit.

Key words: Gibberellic acid, cytokinins, naphthalenacetic acid, post-fruit set drop.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la fisiología de los cítricos, y dejando aparte, por tanto, los factores agronómicos y climáticos, la producción viene determinada por tres parámetros: la floración, el cuajado de las flores y el tamaño final de los frutos (Juan y Primo-Millo, 1993).

El cuajado y la retención de frutos, más que el número de flores, son normalmente los factores limitantes para una buena cosecha (Guardiola, 1992). Por lo tanto, estos factores son primordiales en la producción cítrica. Es más, poder manejar estos procesos, es el primer paso para controlar la producción final de los árboles (Agustí *et al.*, 1982).

“Fortuna” es una variedad nueva en Chile y su principal ventaja es su maduración tardía, cosechándose entre agosto y septiembre, época en que prácticamente ya no quedan mandarinas en el mercado. Sin embargo, presenta problemas en la retención de fruta postcuaja, a pesar de florecer en gran cantidad y de tener un alto porcentaje de cuaja. Esta caída de frutos puede deberse, entre otros factores, a una cuaja defectuosa o parcial, competencia entre frutos o exceso de vigor (Razeto, 1999), como también a bajos niveles endógenos de giberelinas durante la cuaja y postcuaja (Primo-Millo, 1994).

Con el fin de mejorar la retención de los frutos y de reducir la caída postcuaja es que se han hecho estudios, principalmente basados en la aplicación de giberelinas en distintas épocas y estados fenológicos, en diferentes variedades de cítricos, obteniendo diversos resultados. Así por ejemplo, tratamientos con ácido giberélico, aplicados en floración y cuaja, mejoran considerablemente el cuajado y reducen la abscisión de frutos (Agustí y Almela, 1992; Guardiola, 1992; Juan y Primo-Millo, 1993; Primo-Millo, 1994). A su vez, la aplicación de ácido giberélico aumenta el transporte de elementos minerales y fotoasimilados al fruto en desarrollo (Agustí y Almela, 1991). Sin embargo, también se han obtenido resultados negativos para aumentar la retención y cuaja de frutos, como por ejemplo, en naranjos (Southwick y Davies, 1982) y en mandarinos que presentan una alta tasa de cuajado, como las variedades Hernandina y Marisol (Primo-Millo, 1994).

Los mejores resultados en mandarinos e híbridos se han obtenido con la aplicación de ácido giberélico en la época de caída de pétalos. Concentraciones entre 10 y 20 ppm son las más ampliamente utilizadas, lo que viene en función de la variedad, climatología anual y zona del cultivo (Agustí y Almela, 1991).

Las citoquininas en los cítricos se han relacionado con diversos procesos, como: el cuajado y crecimiento del fruto (Saidha *et al.*, 1985), el desarrollo de la cáscara (Erner *et al.*, 1976), el desarrollo vegetativo (Saidha *et al.*, 1983), el transporte de carbohidratos desde las hojas al fruto (Kriedemann, 1968) y la fijación de CO₂ (Mauk *et al.*, 1986), entre otros. Se ha demostrado en ovarios de naranjo que el contenido de citoquininas es máximo en el momento de la caída de pétalos y desciende progresivamente después (Saidha *et al.*, 1985). Este máximo en los estados iniciales del desarrollo sugieren la participación de las citoquininas en la división celular del fruto, lo que significa su participación en el cuajado (Agustí y Almela, 1991). Este hecho viene corroborado por el mayor nivel de citoquininas encontrado en los frutos situados en brotes con hojas (Saidha *et al.*, 1985), que son precisamente los que cuajan en mayor porcentaje y los que suelen producir frutos de cáscara más rugosa (Agustí y Almela, 1991).

El ácido naftalenacético es una auxina de síntesis que presenta un marcado efecto raleador, provocando la abscisión de frutos tras su aplicación. Se ha utilizado como raleador en mandarinos Satsuma donde produce inicialmente un efecto depresivo en el crecimiento del fruto pero, a diferencia de otras auxinas de síntesis, su crecimiento posterior sí se ve estimulado (Agustí y Almela, 1991).

Con respecto al boro, se postula que deficiencias de este nutriente en almendro determinan una menor viabilidad y germinación del polen, y una reducción en la tasa de desarrollo del tubo polínico (Nyomora *et al.*, 1997). Los síntomas de deficiencia en árboles frutales en general, son normalmente un mayor aborto floral y una cuaja imperfecta (Silva y Rodríguez, 1995).

Se ha determinado que bajos niveles de boro pueden restringir la cuaja frutal, reducir la retención y desarrollo de frutos, y reducir la cosecha. Sin embargo, diversas especies responden positivamente a aplicaciones foliares de boro. Así, se logró aumentos de hasta un 100% en la cuaja frutal en guindo ácido (Hanson, 1991), incrementos productivos de un 20% en avellano europeo (Shrestha *et al.*, 1987) y considerables aumentos en la cantidad de flores perfectas y cuajado de frutos en olivos (Perica *et al.*, 2001).

Se han realizado también estudios basados en otras prácticas para aumentar la retención de frutos en cítricos. Una de estas técnicas tradicionalmente utilizadas es la incisión de corteza, que sólo busca provocar una interrupción momentánea del flujo floemático (Fichet, 2004), y cuya principal utilidad es favorecer el cuajado de las flores a caída de pétalos (González *et al.*, 2003). Esta práctica también incide en el aumento del diámetro medio de los frutos (Agustí *et al.*, 1998), siendo mayor su eficacia cuando se efectúa finalizada la caída fisiológica de diciembre (Villalba, 1996). Ello, debido a los cambios que provoca en el balance endógeno de hormonas, carbohidratos y otras sustancias, ya que sus concentraciones aumentan en la zona del árbol situada por encima de la incisión, y favorece la acción sumidero del fruto, todo lo cual favorece su desarrollo (Agustí, 2000).

Por su parte Talón *et al.* (2002), señalan que la incisión de corteza, en mandarina Satsuma, incrementa tanto el cuajado de frutos como los niveles de sacarosa y de almidón, indicando que el incremento en la disponibilidad de carbono se acompaña de un aumento en la cosecha. También señalan que la incisión de corteza incrementa el contenido de giberelinas de los frutos.

A pesar de su potencialidad, el uso de reguladores de crecimiento y de otras prácticas como la incisión de corteza en citricultura, no está muy extendido en Chile, debido posiblemente al poco conocimiento de su forma de actuar y a que esta acción depende de diferentes factores biológicos y ambientales que no siempre son controlables.

Por otro lado, es importante considerar que el cultivo de las clementinas e híbridos de mandarinas es relativamente nuevo en Chile, y la mayoría de las experiencias realizadas con reguladores de crecimiento, especialmente en clementinas, vienen de España. Debido a esto y a que cada día el cultivo de clementinas e híbridos toma una mayor importancia en Chile, es que resulta de mucho interés poder evaluar el efecto de diferentes tratamientos bajo nuestras condiciones climáticas, de suelo y manejos culturales.

Teniendo en cuenta que en la orientación comercial actual de la producción citrícola y de mandarinas en particular, es de sumo interés el lograr altos rendimientos, producciones de calidad y sostenidas en el tiempo, y considerando además los problemas de producción de “Fortuna”, comentados anteriormente, el objetivo de este estudio fue:

- Determinar la efectividad de la aplicación de boro en floración, y la incisión de corteza, aplicación de ácido giberélico (GA_3), ácido naftalenacético (NAA-800) y citoquininas (Citogrower®) en postcujaja, sobre la retención y calidad de fruta en mandarinos variedad Fortuna.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

El estudio se realizó en la variedad Fortuna, híbrido obtenido entre clementino “Fino” y mandarino “Dancy” (Soler, 1999). Los árboles, injertados sobre Citrumelo, están en un huerto de la VI Región ubicado en Peumo, elegido por presentar una alta caída de frutos postcuaaja. Los árboles tenían cuatro años de edad, la distancia de plantación es de 5·3 m, se encuentran plantados sobre camellones y están bajo riego por goteo.

Los análisis se realizaron en los laboratorios del Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC), de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

El ensayo se realizó entre los meses de noviembre de 2002 y septiembre de 2003.

Productos aplicados

Los productos comerciales utilizados fueron NAA-800® (20,2% de ácido 1-naftalenacético), Activol® (4% de GA₃), Citogrower® (1,1% de benziladenina) y ácido bórico (17% de boro).

Método

Descripción de los tratamientos

Este ensayo consistió en 7 tratamientos con 5 árboles cada uno, los cuales se describen en el Cuadro 1. Los productos se aplicaron vía aspersión foliar junto con un humectante (Citowett, $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), mediante motobomba, hasta punto de goteo. La incisión de corteza se realizó bajo el punto de inserción de las ramas madres. La cantidad de solución aplicada fue de 3 L por árbol.

Cuadro 1. Tratamientos efectuados en mandarinos “Fortuna”, para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

	Tratamiento	Descripción	Momento de aplicación	Fecha	Concentración
1	T	Testigo mojado	Postcuaja	8-Nov	Sin aplicación
2	NAA	Ácido naftalenacético	Postcuaja	8-Nov	$20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$
3	GA_3 +CKs	Ácido giberélico + citoquininas	Postcuaja	8-Nov	$20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1} + 1 \text{ cm}^3\cdot\text{L}^{-1}$
4	GA_3	Ácido giberélico	Postcuaja	8-Nov	$20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$
5	AB	Ácido bórico	Prefloración	11-Oct	$10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
6	IC	Incisión de corteza	Postcuaja	8-Nov	
7	IC+ GA_3	Incisión de corteza + ácido giberélico	Postcuaja	8-Nov	$20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Evaluaciones postcujaja

Posterior a la cuaja, se escogió una ramilla, de similar posición y vigor, para cada árbol y se contó el número de frutos antes de tratar los árboles, para hacer un seguimiento semanal desde la aplicación de los productos hasta la caída de diciembre. Posteriormente, el seguimiento fue mensual, hasta la cosecha en agosto. Al mismo tiempo, y con la misma frecuencia, se contó el número de frutos totales caídos en cada árbol. Adicionalmente, se midió el diámetro ecuatorial de frutos (15 frutos escogidos al azar en los árboles testigo, en cada medición), para obtener la curva de crecimiento de esta variedad, hasta la cosecha.

Evaluaciones postcosecha

La cosecha de los árboles se realizó el 26 de agosto de 2003. El área (cm²) de sección transversal del tronco (ASTT) se midió a 10 cm sobre la unión injerto-patrón.

En cada árbol se cosechó el total de la fruta y se determinó:

- Número de frutos por árbol.
- Peso de fruta por árbol, en kg.
- Distribución de calibres: Calibre comercial ≥ 54 mm de diámetro ecuatorial.
Calibre descarte < 54 mm de diámetro ecuatorial.
- Eficiencia Productiva: Número de frutos por cm² ASTT.
Kilogramos de fruta por cm² ASTT.

A la cosecha se tomaron 16 frutos (4 por cada punto cardinal) de cada árbol con un total de 80 frutos por tratamiento, para ser evaluados en postcosecha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables evaluadas a la cosecha en frutos de mandarinos “Fortuna” tratados con diferentes productos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

Variable evaluada	Unidad de medición	Sistema de determinación
Color	L,a,b	Colorímetro triestímulo Marca Minolta modelo CR-200b. CiELab. Fórmula color: $(1000 \cdot a) \cdot (L \cdot b)^{-1}$
Peso	Gramos	Balanza digital
Diámetro ecuatorial y polar	Centímetros	Pie de metro
Grosor de cáscara	Milímetros	Regla
Sólidos solubles	°Brix	Refractómetro marca Reichert Termo compensado digital
Acidez	porcentaje de ácido cítrico	Titulación con NaOH (1N) hasta pH 8,2-8,3
Ratio	Relación	Sólidos solubles/acidez
Cantidad de jugo	porcentaje	Relación peso/peso

Los parámetros color, peso, diámetro y grosor de cáscara se evaluaron en cada fruto individualmente. En cambio, sólidos solubles, acidez y porcentaje de jugo, se evaluaron en el total de jugo obtenido de los 16 frutos de cada árbol. Adicionalmente, se evaluó la posible presencia de desordenes fisiológicos.

También se contó el número de semillas por fruto y se determinó su relación con el peso del fruto.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue en bloques al azar con 7 tratamientos. Se hicieron 5 repeticiones por tratamiento y la unidad experimental fue el árbol.

Para los análisis de postcosecha, la unidad experimental fue el fruto.

Los tratamientos se compararon mediante análisis de varianza. En el caso de obtener diferencias significativas, las medidas se separaron usando la prueba de comparación múltiple de Tukey (5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curva de crecimiento del fruto

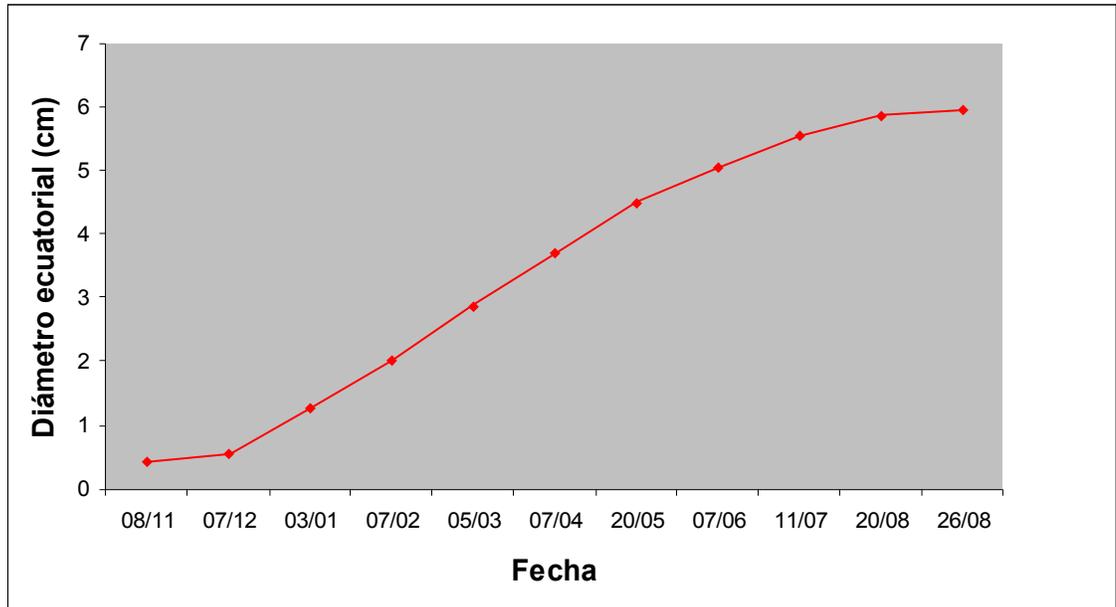


Figura 1. Curva de crecimiento del fruto “Fortuna”, desde cuaja hasta cosecha, para la localidad de Peumo, VI Región.

El tiempo de desarrollo de los frutos de Fortuna, en la localidad de Peumo, concuerda con los 9 o más meses que, según Magdahl (1991), demora este proceso en las variedades tardías de mandarinas. Los resultados obtenidos en cuanto al crecimiento del diámetro ecuatorial de frutos (Figura 1), se ajustan, al igual que las demás especies de cítricos, a una curva de tipo sigmoidea simple, en la cual hay una primera etapa de crecimiento que se desarrolla a través de sucesivas divisiones celulares (Razeto, 2002), por lo tanto, no se refleja un aumento importante de tamaño. Esta etapa en “Fortuna” se extiende alrededor de dos meses desde la cuaja hasta inicios de enero. Luego hay una segunda etapa en que el fruto sigue creciendo pero no por división celular, sino que por el aumento del tamaño de las células y espacios intercelulares (Razeto, 2002). En esta etapa se

observa el mayor aumento de tamaño de los frutos, período que en Peumo comprende desde enero hasta julio, aproximadamente. Finalmente existe una tercera etapa donde ocurren los procesos que caracterizan al fruto maduro, como cambios en la coloración externa, aumento de la cantidad de jugo, y cambios en la concentración de azúcares y ácidos del jugo, etapa en la cual el fruto sigue creciendo pero a una tasa menor (Razeto, 2002). Este período se extiende aproximadamente un mes y medio hasta la cosecha para esta localidad.

Caída de frutos

La floración de la variedad “Fortuna” es muy abundante, en promedio los árboles tratados cuajaron inicialmente alrededor de 112 frutos por ramilla. Si a esto se suma las flores no cuajadas por ramilla y la alta cantidad de ramillas por árbol en esta variedad, y se compara con el bajo porcentaje de fruta cosechada, concuerda con lo señalado por Monselise (1985, citado por Agurto, 1996), respecto de que el número de flores puede llegar a ser 500 veces más que el número de frutos que el árbol es capaz de soportar en variedades improductivas.

El cuajado y desarrollo inicial del fruto depende, entre otros factores, de los efectos de competencia entre el número de frutos en desarrollo. “Fortuna”, debido a su abundante floración es incapaz de nutrir a todos los ovarios que inician el desarrollo y la mayor parte de éstos se desprenden, reduciéndose significativamente la cosecha (Agustí *et al.*, 2003). Por lo tanto, la producción final estaría determinada por el potencial de cuajado y desarrollo de los frutos, más que por el número de flores formadas, lo que según Agustí y Almela (1992) sucede en la mayor parte de las variedades. Por su parte Guardiola (1992), señala que la respuesta a diferentes tratamientos que se puedan realizar para aumentar la producción dependerán de la capacidad de los árboles para cuajar frutos en condiciones naturales.

Distribución de la caída de frutos

Como se observa en la Figura 2, la distribución de las caídas de frutos durante su desarrollo, permite agrupar los tratamientos en tres categorías claramente diferenciables.

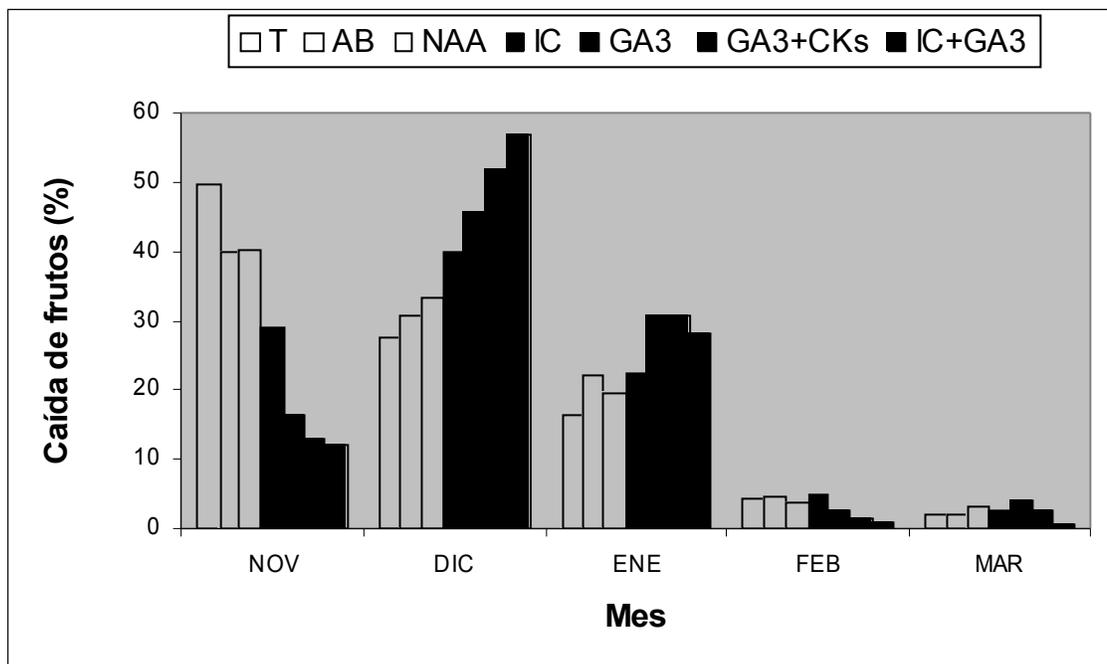


Figura 2. Porcentaje de frutos “Fortuna” caídos en forma mensual por árbol para cada uno de los tratamientos realizados para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

Por una parte, se observa al testigo junto a los tratamientos con ácido bórico y ácido naftalenacético, con una alta caída inicial, y posteriormente una disminución progresiva, a medida que avanzaron los meses, llegando a cosecha con menos de un 1% de sus frutos, aproximadamente.

Luego, en el otro extremo, los tratamientos con GA₃, fueron los que presentaron una fuerte retención, en el primer mes, para luego tener una caída de gran magnitud en diciembre. En enero nuevamente presentaron una caída importante, aunque menor que en diciembre, para finalmente tener un comportamiento similar al resto de los tratamientos, llegando a un porcentaje de retención de fruta que fue de: 2,3% para GA₃, un 4,3% para GA₃ más CKs y un 9,3% para GA₃ más incisión de corteza.

Un comportamiento intermedio presentó el tratamiento de incisión de corteza. En febrero fue la mayor caída de frutos de este tratamiento pero no en las magnitudes que presentaron los otros tratamientos. Sin embargo, fue el que más retuvo hasta cosecha, llegando con un 11% de sus frutos aproximadamente.

Si se considera los resultados parciales de caída de frutos en las ramillas monitoreadas (Cuadro 3), podemos observar que se confirma lo señalado anteriormente.

Cuadro 3. Porcentaje de frutos promedio retenidos en ramillas de árboles “Fortuna” sometidos a diferentes tratamientos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

	Porcentaje de frutos retenidos						
	8-Nov	30-Nov	27-Dic	5-Ene	7-Feb	5-Mar	7-Abr
T	100	44 a ^z	19 a	7 a	0 a	0 a	0 a
AB	100	48 a	19 a	8 a	1 a	0 a	0 a
IC	100	62 ab	17 a	14 ab	2 ab	2 ab	1 ab
NAA	100	62 ab	15 a	8 a	1 a	0 a	0 a
IC+GA ₃	100	70 bc	32 b	18 b	1 ab	1 ab	1 ab
GA ₃	100	79 bc	22 ab	7 a	0 a	0 a	0 a
GA ₃ +CKs	100	83 c	24 ab	9 a	3 b	2 b	2 b

^zLetras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En primer lugar, se pueden identificar 3 tratamientos que el primer mes, luego de las aplicaciones, muestran una clara retención de frutos en relación al testigo. Estos tratamientos son los que recibieron ácido giberélico, por lo que este regulador de crecimiento tendría un claro efecto de retención de fruta por cierto tiempo. Sin embargo, se observa que al mes siguiente estos tratamientos presentaron un claro aumento de sus caídas de frutos superando ampliamente al testigo.

En el lado opuesto se encuentran los tratamientos de ácido naftalenacético y ácido bórico, los cuales en este seguimiento presentaron el mismo comportamiento señalado anteriormente, sin mayores diferencias en relación al testigo. Vale decir una alta caída de frutos durante los dos primeros meses, principalmente, y quedando sin fruta tres meses antes de cosecha.

Caso aparte es lo que sucede con el tratamiento de incisión de corteza, el cual en un principio tuvo caídas similares al testigo pero que desde enero comenzó a diferenciarse y a presentar un comportamiento más parecido al del tratamiento combinado de incisión de corteza más GA₃.

A pesar de ser un análisis parcial de lo ocurrido a nivel del árbol, se observa claramente que el ácido giberélico tendría un efecto retardador en la caída de frutos por algunas semanas. Este retardo en la caída no se reflejaría en la cosecha si es que se aplica GA₃ por sí solo. En cambio, al aplicarlo junto con citoquininas, el retraso a su vez se refleja en una mejora en la producción.

Retención final de frutos

La retención de frutos por árbol, hasta la cosecha, varió considerablemente según los distintos tratamientos (Figura 3). Se puede observar, claramente, que los tratamientos a los que se les hizo incisión de corteza retuvieron mayor cantidad de fruta y presentaron

diferencias significativas, en comparación al resto de los tratamientos. Aproximadamente un 10% de sus frutos cuajados inicialmente llegaron a cosecha, resultado que contrasta con el resto de los tratamientos.

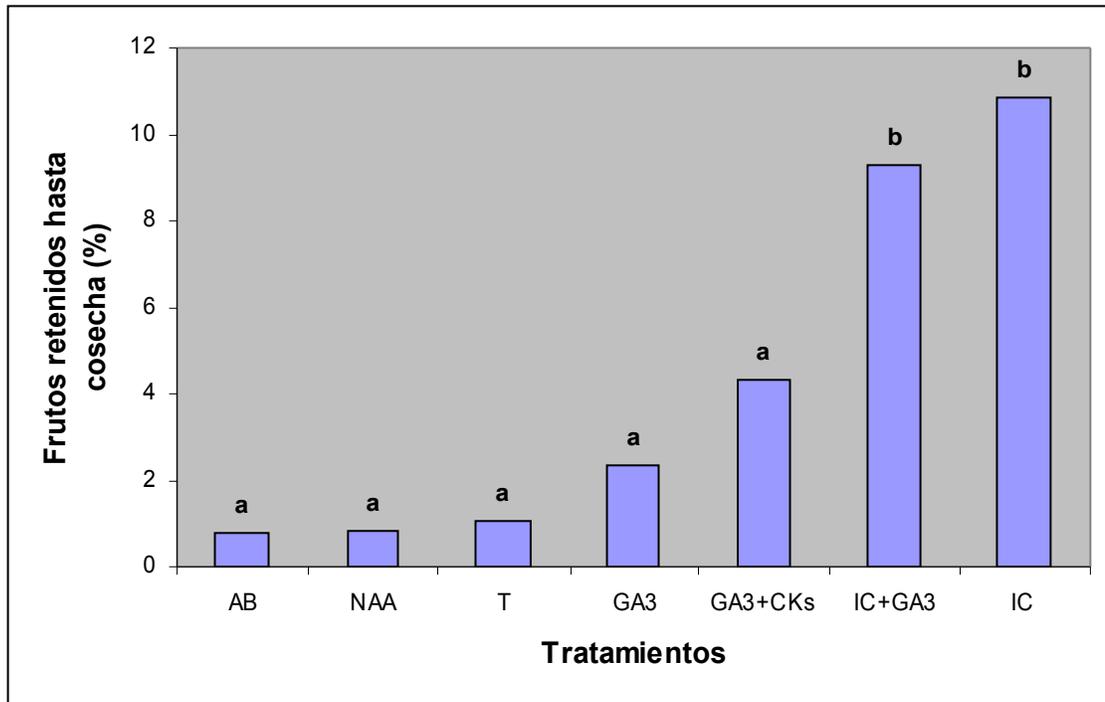


Figura 3. Porcentaje promedio de frutos “Fortuna” retenidos hasta cosecha por árbol, en diferentes tratamientos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

Con respecto a lo anterior, Juan y Primo-Millo (1989), señalan que la incisión de corteza de troncos y ramas aumenta el cuajado, debido a la acumulación de carbohidratos y fitohormonas por encima de la incisión. Esto debido a que se interrumpe el transporte floemático hacia las raíces según señala Agustí *et al.* (2003). Estos mismos autores indican que la ejecución de la incisión de corteza desde la antesis hasta el final de la caída fisiológica, provoca un estímulo del crecimiento inicial del fruto, dando lugar a un retraso en la abscisión de frutitos en desarrollo y a un aumento del número de los que persisten en el árbol. Esto confirmaría los resultados obtenidos en este estudio.

El tratamiento al que se le realizó incisión de corteza junto con aplicación de ácido giberélico, no presentó diferencias significativas con el tratamiento al cual sólo se le realizó incisión de corteza, en cuanto a frutos retenidos.

Sin embargo, al no considerar los tratamientos de incisión de corteza en el análisis estadístico (Figura 4), se observa que la aplicación de GA₃ más CKs presentó diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos. Esto se explicaría por algún efecto sinérgico entre ambos reguladores de crecimiento, donde las citoquininas promueven la división celular y el ácido giberélico promueve la elongación celular. Guardiola (1992), señala al respecto que se han detectado aumentos significativos en el cuajado de frutos en algunas especies, mediante la aplicación exógena de diversas fitohormonas o reguladores de crecimiento. Este aumento del cuajado o de la probabilidad de cuajado, se explicaría dado que determinadas fitohormonas aumentarían la movilización de nutrientes hacia el ovario y frutos (Juan y Primo-Millo, 1989) y también aumentarían la demanda por parte del embrión o paredes del ovario que estarían en activo crecimiento (Fichet, 2004).

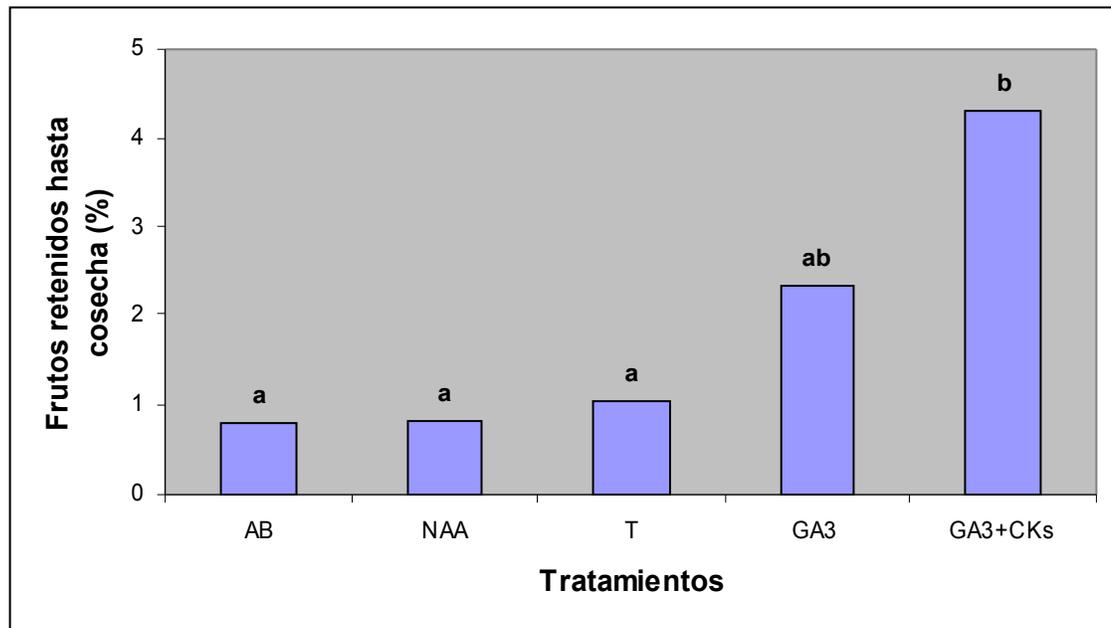


Figura 4. Porcentaje promedio de frutos “Fortuna” retenidos hasta cosecha por árbol, en diferentes tratamientos, para aumentar la retención de fruta cuajada, excluyendo los de

incisión de corteza, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

La respuesta a las citoquininas estaría dado por ejercer un efecto de sumidero en los frutos atrayendo nutrientes (Agustí y Almela, 1991). Además desempeñarían un papel en la fase de división celular, pero no en la fase de elongación (Hernández y Primo-Millo, 1990), lo que coincide con lo señalado por Saidha *et al.* (1983), respecto de que la mayor actividad de las citoquininas presentes en el fruto, se detecta en la caída de pétalos y cuaja, observándose una acusada disminución de la actividad de estas fitohormonas en los posteriores estados de desarrollo del fruto.

En relación al ácido giberélico, diversos estudios señalan que sería el regulador de crecimiento de mejor comportamiento para aumentar cuaja y producción en cítricos (Guardiola, 1992). El mejor momento de aplicación sería en caída de pétalos (Agustí y Almela, 1991). En clementinas, el ácido giberélico mejora considerablemente el cuajado y reduce la abscisión de frutos (Primo-Millo, 1994), lo mismo ocurre en naranjos var. Navelate (Agustí y Almela, 1991) y en tangelos (Guardiola, 1992).

A pesar de lo comentado anteriormente, en este ensayo, el tratamiento que sólo recibió ácido giberélico, aunque tuvo mayor fruta promedio a la cosecha, no presentó diferencias significativas con el testigo, por lo que el GA₃ no tendría un efecto para retener fruta hasta cosecha en “Fortuna”. Variedades que presentan una alta tasa de cuajado como Hernandina y Marisol, no responden a aplicaciones de ácido giberélico para aumentar la cuaja (Primo-Millo, 1994), lo que se podría aplicar también para “Fortuna”.

La aplicación de ácido bórico no presentó diferencias significativas con el testigo y prácticamente tuvo el mismo comportamiento que este. No se obtuvieron los resultados vistos en otras especies, en las cuales aspersiones foliares de boro disminuirían el aborto floral y la cuaja imperfecta (Silva y Rodríguez, 1995), debido a su importante papel en el desarrollo del tubo polínico y en la germinación del grano de polen (Nyomora *et al.*, 1997), incrementando notablemente la cuaja de frutos y la producción, como: en guindo ácido

(Hanson, 1991), en ciruelos europeos y perales Anjou (Hanson *et al.*, 1985), en avellano europeo (Shrestha *et al.*, 1987) y en olivos Manzanillo (Perica *et al.*, 2001). Esto puede deberse a que “Fortuna” tendría una floración abundante y con flores bien desarrolladas lo que permitiría cuajar una gran cantidad de frutos los que, posteriormente, se caerían principalmente por la fuerte competencia entre ellos y no por problemas en la floración o deficiencias de boro.

Finalmente, al igual que en el caso anterior, la aplicación de ácido naftalenacético tampoco presentó diferencias en relación al testigo. No se obtuvieron los resultados esperados pensando en que la aplicación de NAA, a principios de la primera caída fisiológica, eliminaría algunos frutos y permitiría que una mayor cantidad de fruta se desarrollara hasta la cosecha (Feinstein *et al.*, 1975), además de estimular el crecimiento de los frutos retenidos, como se ha observado en Satsumas (Agustí y Almela, 1991). Esto se explicaría porque, debido a la fuerte caída natural de frutos que presenta “Fortuna”, la aplicación de un raleador como NAA no provocaría mayores diferencias e incluso, podría intensificar aún más la caída.

Eficiencia Productiva

Un factor de gran importancia, en la determinación del rendimiento productivo y del tamaño final alcanzado por la fruta, es la competencia entre órganos en desarrollo. Cuanto mayor es el número de frutitos, mayor es la competencia entre ellos, tanto por elementos minerales como por productos de la fotosíntesis, lo que limita sus posibilidades de crecimiento, y por consiguiente, su tamaño final (Agustí *et al.*, 2003). Otros autores señalan al respecto que el tamaño individual del fruto está inversamente relacionado con el número de frutos por árbol (Goldschmidt y Monselise, 1977).

Los tratamientos más eficientes, productivamente, fueron aquellos a los que se les realizó incisión de corteza e incisión de corteza más GA₃. Como se observa en la Figura 5

presentaron diferencias significativas con el testigo y el resto de los tratamientos. La incisión de corteza provocaría, no sólo una mayor retención de frutos en las etapas de mayor abscisión, sino que también mantendría mayor cantidad de frutos hasta la cosecha (Figura 3).

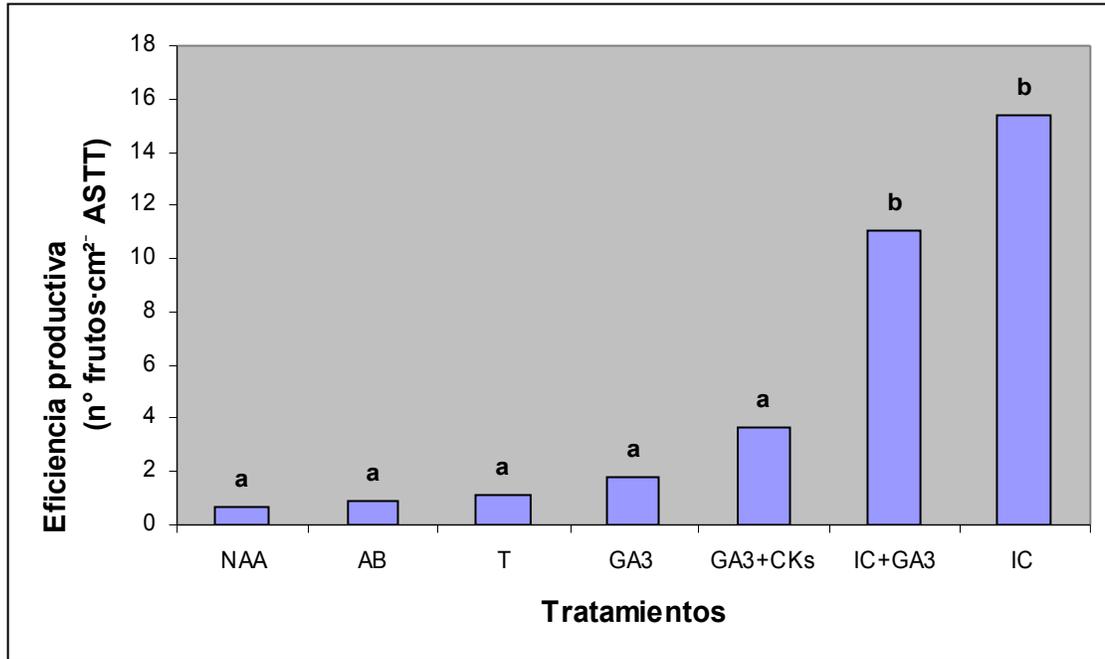


Figura 5. Número de frutos cosechados en árboles “Fortuna” por cm² de ASTT en cada uno de los tratamientos realizados para aumentar la retención de frutos cuajados, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Un aspecto muy importante que se debe considerar es que los árboles tratados con incisión de corteza, pueden llegar a tener una alta carga frutal, con el desgaste natural que esto significaría para el árbol, pudiendo presentar importantes disminuciones en cuanto a floración y cuaja en la siguiente temporada. En este ensayo no se cuantificó este aspecto, sin embargo, se observó en visitas posteriores al huerto que, efectivamente, los árboles a los que se les efectuó incisión de corteza presentaron importantes disminuciones en la cantidad de flores formadas y en la posterior cuaja de frutos. Por lo tanto, al realizar este manejo en “Fortuna”, sería importante considerar la alternativa de hacer la incisión de corteza posterior a la caída de frutos de diciembre, para que así, los árboles regulen en cierta medida su carga y luego, realizar la incisión que permita fortalecer los frutos que

permanecen en el árbol. De esta forma, el estrés provocado por la incisión de corteza sería bastante menor que en postcujaja y por lo tanto, evitaría posibles bajas productivas en la siguiente temporada.

En la Figura 6 se presentan los mismos resultados anteriores pero sin considerar los tratamientos de incisión de corteza. Esto permite observar que el tratamiento de GA₃ más CKs presentó diferencias significativas con el testigo. Nuevamente se puede señalar que las citoquininas tendrían un papel importante en la retención de fruta y un efecto complementario junto al ácido giberélico (Fichet, 2004).

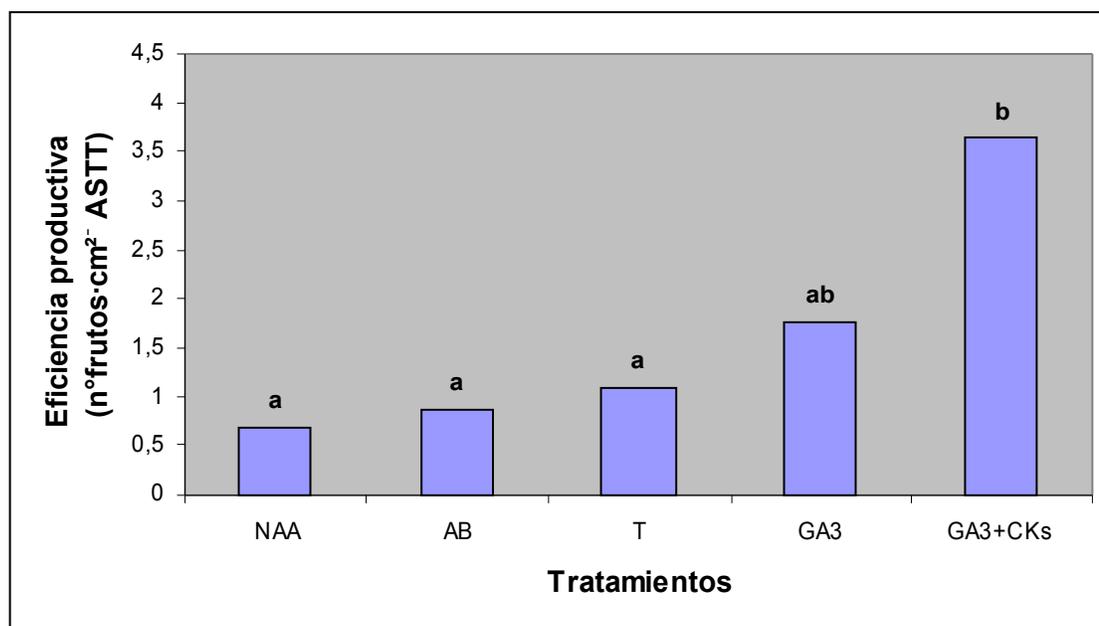


Figura 6. Número de frutos cosechados en árboles “Fortuna” por cm² de ASTT en cada uno de los tratamientos, excluyendo los de incisión de corteza, realizados para aumentar la retención de frutos cuajados, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El ácido naftalenacético, el ácido bórico y GA₃ por sí sólo, no presentaron diferencias en relación al testigo en cuanto a eficiencia productiva, aunque este último tampoco tuvo diferencias con GA₃ más CKs. Respecto de los resultados obtenidos con el

ácido giberélico, existen opiniones diversas. Por un lado, Guardiola (1992) y Primo-Millo (1994), señalan que en clementinos autoincompatibles, pulverizaciones con ácido giberélico aumentan el cuajado y la producción. Sin embargo, clementina es un fruto partenocárpico y requiere de giberelinas para crecer, en cambio los frutos de “Fortuna” presentan un número variable de semillas, que son la fuente endógena de fitohormonas que permiten que el fruto crezca. A su vez Guardiola (1992), indica que aplicaciones de GA₃ provocan, invariablemente, una reducción en el peso medio de los frutos, sin embargo, esto sería producto de la mayor cantidad de frutos cosechados y el número de frutos de primera clase (tamaño grande), provocando mayores beneficios económicos.

Al contrario de lo señalado anteriormente, este mismo autor (Guardiola, 1992) indica que, en la mayor parte de las variedades, no es posible aumentar la cosecha mediante la aplicación de ácido giberélico a pesar que la abscisión de frutos se retrasa, lo que concuerda totalmente con los resultados obtenidos en este ensayo.

Las Figuras 7 y 8 presentan los resultados de eficiencia productiva en base a kilogramos de fruta por cm² de ASTT. Se obtuvieron los mismos resultados que al analizar eficiencia productiva en base a número de frutos por cm² de ASTT. Los tratamientos de incisión de corteza más GA₃ e incisión de corteza por sí sola, presentaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Figura 7). GA₃ más CKs presentó diferencias con el testigo, ácido bórico y ácido naftalenacético pero no con GA₃ por sí sólo (Figura 8).

Como se observa en los análisis de eficiencia productiva, que excluyen a los tratamientos con incisión de corteza, expresada tanto en número de frutos como en kilogramos por cm² de ASTT (Figuras 6 y 8), el tratamiento con aplicaciones de GA₃ no presentó diferencias significativas con el testigo, NAA y ácido bórico. Sin embargo, al mezclar este fitorregulador con citoquininas se produce un aumento en la eficiencia productiva presentando diferencias significativas tanto con el testigo como con el ácido naftalenacético y el ácido bórico.

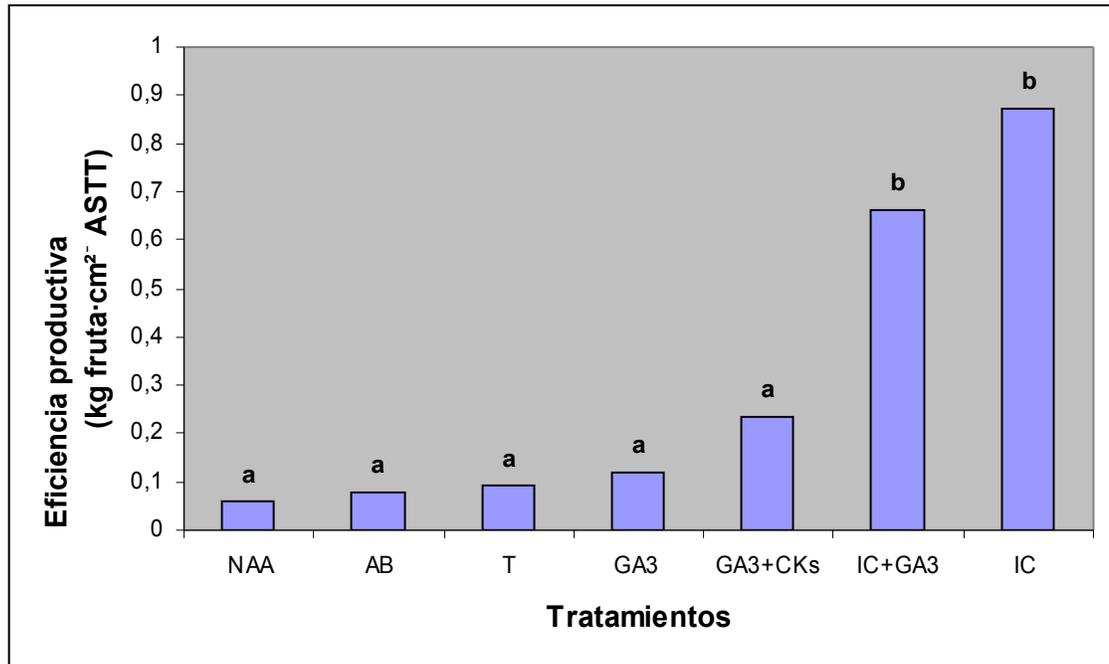


Figura 7. Kilogramos de fruta cosechada en árboles “Fortuna” por cm² de ASTT para cada uno de los tratamientos realizados para aumentar la retención de frutos cuajados, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

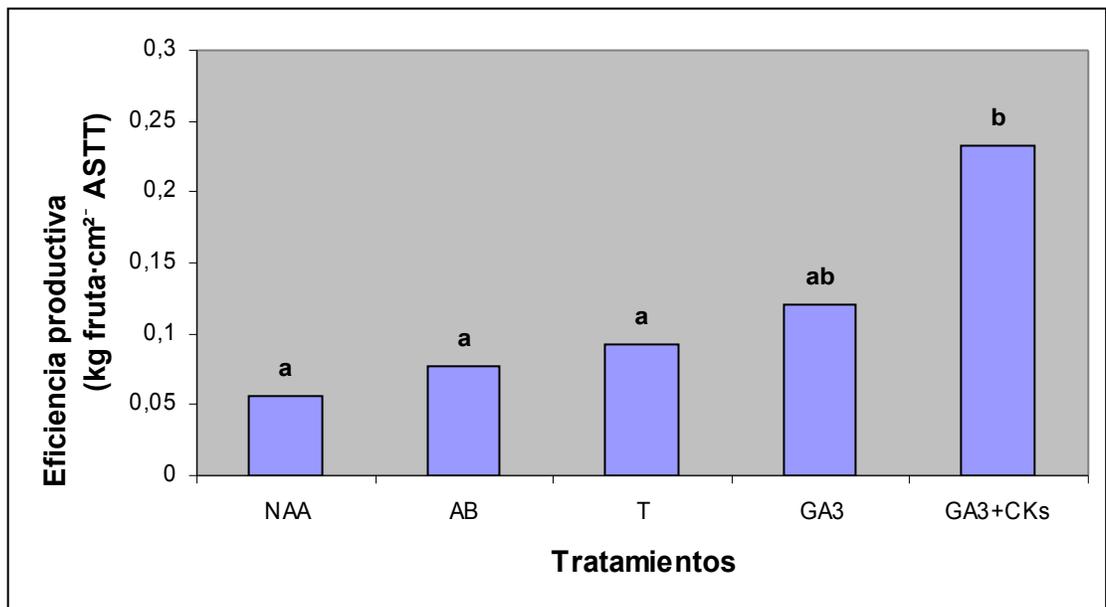


Figura 8. Kilogramos de fruta cosechada en árboles “Fortuna” por cm² de ASTT para cada uno de los tratamientos, excluyendo los de incisión de corteza, realizados para aumentar la retención de frutos cuajados, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Como era de esperar, a medida que los tratamientos indujeron mayor carga, estos árboles presentaron mayor cantidad de frutos de descarte. Por el contrario los tratamientos de menor carga, el gran porcentaje de su fruta fue de calibre comercial (Figura 9 y 10). Esto se explicaría principalmente por la alta competencia por nutrientes en los tratamientos de mayor retención, lo que provocaría un menor crecimiento de sus frutos y, por otro lado, los tratamientos con menor carga frutal tendrían una mayor disponibilidad de nutrientes lo que llevaría a un mayor crecimiento de sus frutos.

Las incisiones de corteza presentaron claras diferencias con respecto a los otros tratamientos tanto en frutos comerciales como de descarte (Figura 9). Sin embargo, al no considerar los tratamientos de incisión de corteza en el análisis estadístico (Figura 10), se observa que no existen grandes diferencias entre los tratamientos con GA₃ y testigo en la distribución de sus calibres.

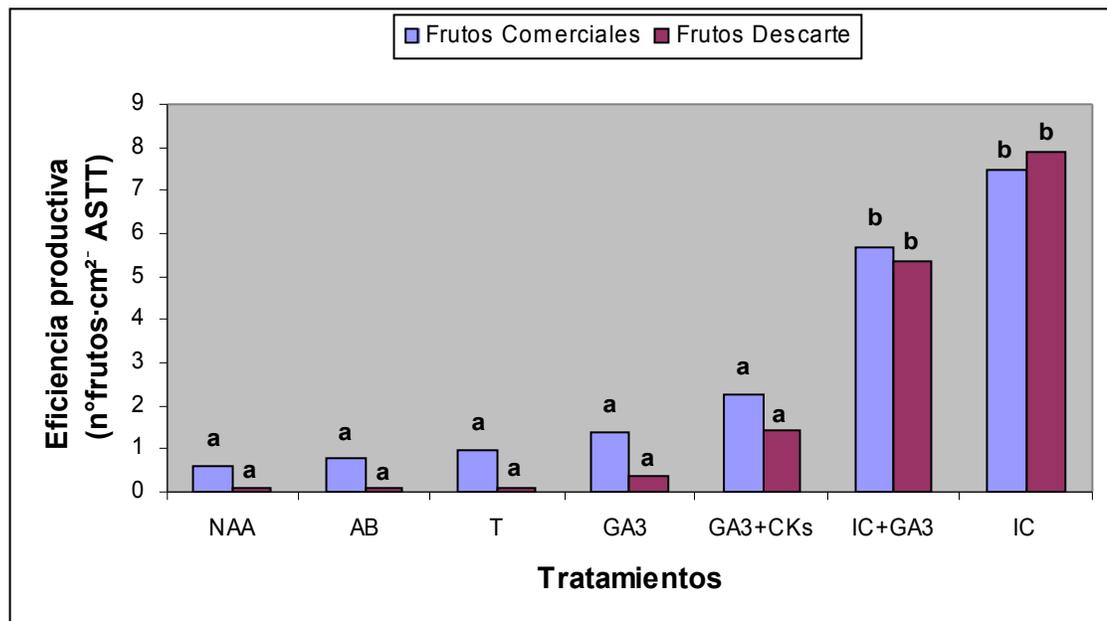


Figura 9. Eficiencia productiva expresada como número de frutos de calibre comercial y de calibre descarte por cm² de ASTT en árboles “Fortuna”, tratados con diferentes productos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El alto número de frutos pequeños o de descarte en los tratamientos con incisión de corteza, se explicaría principalmente por los efectos que presentaría este manejo en los árboles. La incisión de corteza durante la postcujada incrementa la retención de frutos pero, eventualmente, reduce el tamaño final de estos, como se ha observado en pomelos (Cohen, 1981). Esta situación es bastante frecuente en híbridos de tangerina, donde la incisión de corteza es necesaria para asegurar una adecuada cuaja de frutos, pero posteriormente debe realizarse un raleo para obtener un tamaño final de frutos razonable (Winkler *et al.*, 1974). Sin embargo, en especies o variedades donde el objetivo de la incisión de corteza es aumentar el tamaño de los frutos, realizaciones durante el crecimiento de los frutos son muy efectivas, especialmente a inicios de verano (Hochberg *et al.*, 1977).

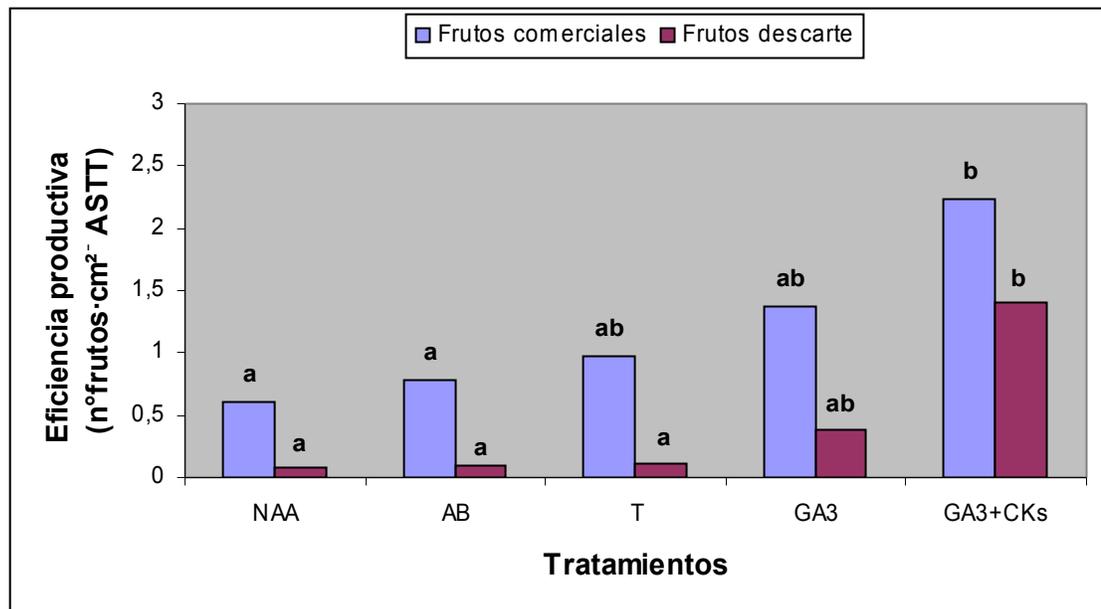


Figura 10. Eficiencia productiva expresada como número de frutos de calibre comercial y de calibre descarte por cm² de ASTT en árboles “Fortuna”, tratados con diferentes productos para aumentar la retención de fruta cuajada, excluyendo la incisión de corteza, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Calidad de fruta

Tamaño y color de fruta

Como era de suponer los tratamientos que más fruta retuvieron hasta cosecha, son los que presentaron, en promedio, menor diámetro tanto ecuatorial como polar. El diámetro polar tiene resultados más claros, pues los tres tratamientos de mayor carga frutal, hasta la cosecha, presentaron diferencias significativas en relación al testigo y al resto de los tratamientos (Cuadro 4).

Con respecto al grosor de cáscara no hay diferencias entre los tratamientos y no se observa ninguna relación con el tamaño de los frutos. El grosor de cáscara estaría determinado principalmente por la humedad relativa del lugar (Reuther, 1973). Agustí y Almela (1992), señalan que el grosor de cáscara varía en los clementinos entre 2,5 y 4,5 mm según la variedad, lo que se ajustaría a lo visto en “Fortuna” (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de cáscara y color de fruta en árboles “Fortuna” sometidos a diferentes tratamientos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

	Diámetro Ecuatorial (cm)	Diámetro Polar (cm)	Grosor Cáscara (mm)	Color
GA ₃ +IC	5.0 a ^z	4.2 a	3.5 a	9.8 ab
GA ₃ +CKs	5.2 ab	4.4 a	3.5 a	9.4 a
IC	5.2 abc	4.4 a	3.6 a	9.9 ab
NAA	5.4 bcd	4.8 b	3.5 a	10.2 b

T	5.5	cd	4.8	b	3.4	a	9.7	ab
GA ₃	5.5	d	4.8	b	3.6	a	9.6	ab
AB	5.6	d	4.9	b	3.6	a	9.9	ab

^z Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En cuanto al color sólo presentaron diferencias entre ellos, los tratamientos de GA₃ y CKs con el NAA, lo que no sería consecuencia de los productos aplicados, ello se explicaría por la aleatoriedad de la muestra. El resto de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos.

Presencia de semillas

“Fortuna”, como la mayor parte de las variedades de mandarinas cultivadas actualmente, no posee semillas, es decir, puede producir frutos sin semillas o con un número bajo de éstas. Sin embargo, si se cultiva próxima a variedades compatibles puede llegar a producir semillas en gran cantidad (Soler, 1999).

Al comparar la relación entre número de semillas y el peso de la fruta (Figura 11), se observa que en “Fortuna” no existiría una fuerte relación entre ambos parámetros. Por lo tanto, no necesariamente la presencia de semillas o un mayor número de estas, originaría un fruto de mayor tamaño.

En las especies con frutos con semillas se han aportado evidencias de que la polinización y posteriormente la semilla en desarrollo generan un estímulo fitohormonal, necesario para que el ovario continúe su desarrollo después de la antesis (Primo-Millo, 1994). Por el contrario, en los frutos que se desarrollan en ausencia de semillas, serían las paredes del ovario el principal tejido que sintetiza o recibe las giberelinas responsables de su crecimiento inicial y su cuajado (Monselise, 1977).

Por otro lado, al analizar el número de semillas promedio por tratamiento (Figura 12), tampoco se observan diferencias significativas entre los tratamientos.

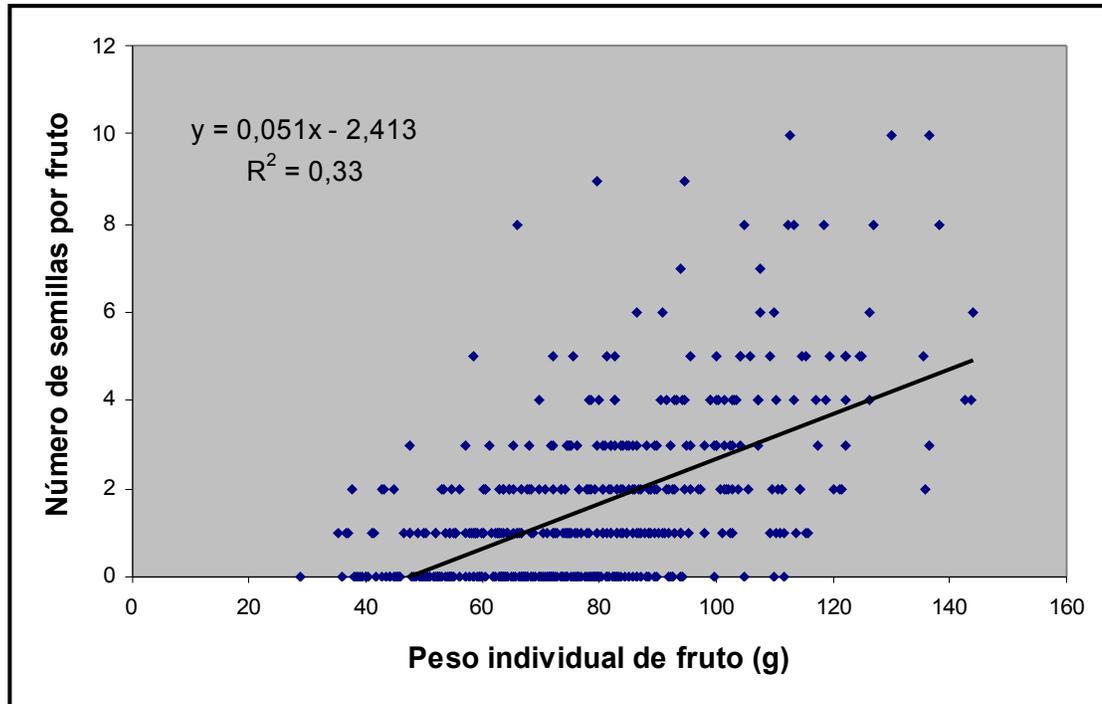


Figura 11. Relación entre el número de semillas y peso del fruto “Fortuna” en la localidad de Peumo, VI Región. n= 496 frutos.

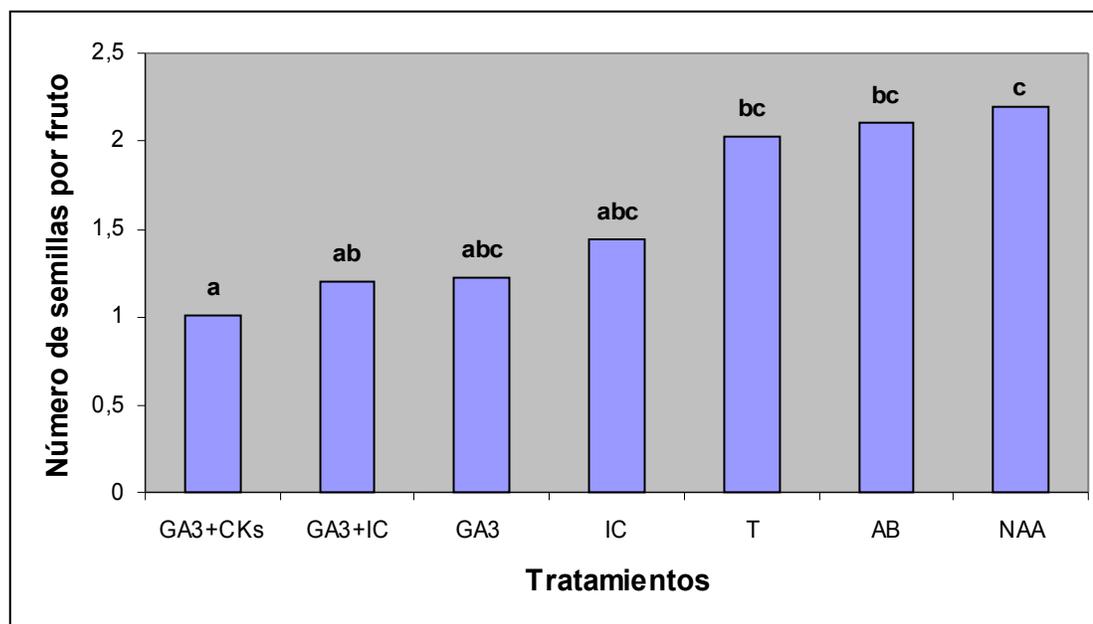


Figura 12. Número de semillas promedio por fruto “Fortuna” para distintos tratamientos realizados para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

Cantidad y composición del jugo

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en los distintos tratamientos realizados: sólidos solubles, acidez, ratio y porcentaje de jugo.

En general, si bien en algunos parámetros se presentaron diferencias estadísticas, estas se deberían a la variabilidad de la muestra y no a los tratamientos. Por ejemplo, respecto a la cantidad de jugo, sólo el tratamiento con GA₃ más CKs presentó diferencias significativas con el testigo. Sin embargo, esto no tendría relación con los productos aplicados, dado que este parámetro dependería principalmente del clima (Reuther, 1973). Esto se debería a que los diferentes tratamientos se realizaron en una etapa muy temprana (Fase I) del crecimiento de los frutitos. Por lo tanto, estos no tendrían efecto sobre la maduración, aún cuando a mayor carga se habría esperado un retraso en la madurez.

Cuadro 5. Porcentaje de jugo, cantidad de sólidos solubles, acidez y ratio de frutos en

árboles “Fortuna” sometidos a diferentes tratamientos para aumentar la retención de fruta cuajada, en la localidad de Peumo, VI Región.

	Cantidad Jugo (%)	Sólidos Solubles (°Brix)	Acidez	Ratio
AB	43.1 a ^z	9.1 a	1.0 a	9.7 a
NAA	43.4 a	9.0 a	1.1 ab	7.9 a
T	43.8 a	8.9 a	1.0 ab	9.1 a
GA ₃	44.3 ab	8.8 a	1.0 ab	8.7 a
IC	44.6 ab	9.4 ab	1.2 ab	7.6 a
GA ₃ +IC	47.0 ab	9.9 b	1.3 b	7.7 a
GA ₃ +CKs	48.1 b	9.0 a	1.1 ab	8.2 a

^z Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

No se observaron desórdenes fisiológicos en los frutos asociados a ninguno de los tratamientos realizados.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y a las condiciones en que se realizó este estudio se puede concluir que:

- Aplicaciones de ácido naftalenacético y ácido bórico en postcujaja y prefloración respectivamente, no tienen efecto sobre la retención de fruta.
- El ácido giberélico provoca un retraso en las caídas fisiológicas de frutos, pero por sí solo no retiene mayor cantidad de fruta hasta la cosecha.
- El tratamiento combinado de ácido giberélico con citoquininas presenta un mayor número de fruta retenida que la aplicación por sí sola de GA₃.

- La incisión de corteza por sí sola o con GA₃ provoca una alta retención de fruta hasta la cosecha, aunque esto también induce una mayor retención de frutos de bajo calibre.
- Ninguno de los tratamientos realizados induce diferencias significativas en la calidad de la fruta. Tampoco se observan desórdenes fisiológicos asociados a estos tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

AGURTO, C. 1996. Efecto de las aplicaciones de ácido giberélico sobre la cuaja y productividad de mandarinos clementinos (*Citrus clementina*) cv. Clemenules en la zona de Lo Rojas, Quillota. V Región. Taller de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 119 p.

AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. 416p.

AGUSTÍ, M. y V. ALMELA, 1991. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Aedos. Barcelona, España. 269 p.

AGUSTÍ, M. y V. ALMELA, 1992. Los Agrios. Mundi-Prensa. Madrid, España. 319 p.

AGUSTÍ, M., V. ALMELA, S. ZARAGOZA, M. JUAN, I. TRENOR, E. ALONSO y E. PRIMO-MILLO, 1998. Técnicas para mejorar el tamaño del fruto de naranjas y mandarinas. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 9-10.

AGUSTÍ, M., F. GARCÍA-MARI and J.L. GUARDIOLA, 1982. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. *Sci. Hortic.* 17: 343-352.

AGUSTÍ, M., A. MARTÍNEZ-FUENTES, C. MESEJO, M. JUAN y V. ALMELA, 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Valencia. Generalitat Valenciana, Serie de Divulgación Técnica N°55. 80 p.

COHEN, A. 1981. Recent developments in girdling of citrus trees. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 196-199.

ERNER, Y., R. GOREN and S.P. MONSELISE, 1976. The rough fruit condition of the Shamouti orange connections with the endogenous hormonal balance. *J. Hortic. Sci.* 51: 367-374.

FEINSTEIN, B., S.P. MONSELISE and R. GOREN, 1975. Studies on the reduction of seeds number in mandarins. *HortScience* 10:385-386.

FICHET, T. 2004. Proceso fisiológico de la cuaja en cítricos. *Rev. Aconex (Chile)* N°82: 5-10.

GOLDSCHMIDT, E.E. and S.P. MONSELISE, 1977. Physiological assumptions toward the development of citrus fruting model. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2:668-672.

GONZÁLEZ, D., J. MELGARES DE AGUILAR, C. CHOCANO y R. UREÑA, 2003. Influencia del rayado de ramas en el aumento de calibre de clementina variedad Marisol en cultivo ecológico. *Actas de Horticultura del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. España.* 31-32.

GUARDIOLA, J.L. 1992. Cuajado y crecimiento del fruto. *Levante Agrícola* n°321: 229-242.

HANSON, E. 1991. Movement of boron out of tree fruit leaves. *HortScience* 26(3): 271-273.

HANSON, E., M. CHAPLIN and P. BREEN, 1985. Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of Italian prune. *HortScience* 20: 747-748.

HERNANDEZ, F.M. and E. PRIMO-MILLO, 1990. Studies on endogenous cytokinins in Citrus. *J. Hortic. Sci.* 65(5): 595-601.

HOCHBERG, R., S.P. MONSELISE and J. COSTO, 1977. Summer girdling and 2,4-D effects on grapefruit size. HortScience 12:3, 228.

JUAN, M. y E. PRIMO-MILLO, 1989. Influencia de las hormonas en el cuajado del fruto de los agrios. Valencia. Generalitat Valenciana. 95 p.

JUAN, M. y E. PRIMO-MILLO, 1993. El cuajado del fruto en las nuevas variedades. Levante Agrícola N°322: 4-8.

KRIEDEMANN, P.E. 1968. An effect of kinetin on the traslocation of ^{14}C -labelled photosynthate in Citrus. Aust. J. Biol. Sci. 21: 569-571.

MAGDAHL, C. 1991. Efecto de los reguladores del desarrollo en el control del crecimiento vegetativo y fructificación de los cítricos. Tesis Master en Citricultura. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia. 127 p.

MAUK, C.S., M.G. BAUSHER and G. YELENOSKY, 1986. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission and ^{14}C -assimilate partitioning in Citrus. J. Plant Growth Regul. 5: 111-120.

MONSELISE, S.P. 1977. Citrus fruit development: endogenous systems and external regulation. Proc. Int. Soc. Citriculture 2: 664-668.

NYOMORA, M., P. BROWN and M. FREEMAN, 1997. Fall foliar applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(3): 405-410.

PERICA, S., P. BROWN, J. CONNELL, M. NYOMORA, C. DORDAS and H. HU, 2001. Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. HortScience 36(4): 714-716.

PRIMO-MILLO, E. 1994. Regulación del cuajado del fruto en los cítricos. Levante Agrícola N°326: 8-16.

RAZETO, B. 1999. Para entender la Fruticultura. 3ª Edición. Santiago, Chile. 373 p.

RAZETO, B. 2002. La fenología del limonero para efectos prácticos. Rev. Aconex (Chile) N°77: 10-15.

REUTHER, W. 1973. Climate and Citrus behavior. In: Reuther, W. ed. The Citrus Industry. Riverside. University of California. pp. 230-237 (vol. II).

SAIDHA, T., E.E. GOLDSCHMIDT and S.P. MONSELISE, 1983. Endogenous growth regulators in tracheal sap of Citrus. HortScience 18(2): 231-232.

SAIDHA, T., E.E. GOLDSCHMIDT and S.P. MONSELISE, 1985. Endogenous cytokinins from developing Shamouti orange fruits derived from leafy and leafless inflorescences. Scientia Hortic. 26: 35-41.

SHRESTHA, G., M. THOMPSON and T. RIGHETTI, 1987. Foliar applied B increases fruit set in hazelnut. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 416-421.

SILVA, H. y J. RODRÍGUEZ, 1995. Fertilización de plantas frutales. Ed. U. Católica, Colección en Agricultura. Santiago, Chile. 520 p.

SOLER, J. 1999. Reconocimiento de variedades de cítricos en campo. Generalitat Valenciana. Valencia, España. 188 p.

SOUTHWICK, S.M. and F.S. DAVIES, 1982. Growth regulator effects on ethylene production from Calamondin (*Citrus madurensis*) flowers. HortScience 17: 387-388.

TALÓN M., J. MEHOUACHI, D. IGLESIAS, F. TADEO, I. LLISO, J. MOYA, A. GÓMEZ-CADENAS y E. PRIMO-MILLO, 2002. Abscisión de los Frutos Cítricos: Bases fisiológicas que apoyan la “Hipótesis de la Competencia”. *Todo Citrus* 16: 5-11.

VILLALBA, D. 1996. Poda y Rayado en el Cultivo de los Cítricos. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura i Medio Ambiente. 22-25.

WINKLER, A.T., J.A. COOK, W.M. KLIEWER and L.A. LIDER, 1974. Means of improving grape quality. In: *General viticulture*. Univ. California Press. Berkeley. 338-370