

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y 2,4-D, SOBRE LA
CARGA FRUTAL EN MANDARINO VARIEDAD FORTUNE**

BRISILA VILLAGRÁN REYES

Santiago, Chile

2008

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y 2,4-D, SOBRE LA
CARGA FRUTAL EN MANDARINO VARIEDAD FORTUNE**

**THE GIBBERELIC ACID AND 2,4-D APPLICATION EFFECT ON THE FRUIT
CROP IN MANDARIN TREE, FORTUNE VARIETY**

BRISILA VILLAGRÁN REYES

Santiago, Chile

2008

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y 2,4-D, SOBRE LA CARGA FRUTAL EN MANDARINO VARIEDAD FORTUNE

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniera Agrónoma
Mención: Fruticultura

BRISILA VILLAGRÁN REYES

	Calificaciones
Profesor Guía Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,9
Profesores Evaluadores Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,2
Sra. Ana María Estévez A. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,8

Santiago, Chile

2008

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis	5
Objetivos	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Materiales	7
Productos aplicados	7
Método	7
Descripción de tratamientos	7
Evaluaciones de los ensayos	8
Evaluaciones postaplicación de 2,4-D	8
Evaluaciones postcosecha para ambos ensayos	9
Diseño experimental y análisis estadístico	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Ensayo con GA ₃ , para inhibir la inducción floral e, indirectamente, disminuir la carga final	11
Carga frutal y eficiencia productiva	11
Carga frutal y eficiencia productiva diferenciada por lado de exposición del árbol	13
Distribución de calibres	16
Calidad de la fruta	17
Tamaño de la fruta	17
Color de la fruta	18
Cantidad y composición del jugo	18
Desórdenes fisiológicos	19
Ensayo para raleo de flores y frutos pequeños con 2,4-D	20
Retención de frutos en fechas posteriores a la aplicación	20
Carga frutal y eficiencia productiva	21
Carga frutal y eficiencia productiva diferenciada por lado de exposición del árbol	22
Distribución de calibres	25
Calidad de la fruta	26
Tamaño de la fruta	26
Color de la fruta	27
Cantidad y composición del jugo	28
Desórdenes fisiológicos	29

CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
APÉNDICE	33

RESUMEN

Un año de alta producción provoca el agotamiento del árbol y como consecuencia se obtiene una menor producción frutal al año siguiente. El raleo de frutos ayuda a disminuir este problema. Además se obtiene fruta más uniforme en diámetro y de mejor calidad, para el mercado fresco. Por esta razón se realizaron dos ensayos, uno con ácido giberélico (GA₃), para inhibir la inducción floral, que lleva como fin reducir el número de flores y con esto la carga que el árbol tenía presupuestada, y otro ensayo con una auxina de síntesis, 2,4-D, para ralear flores y frutos pequeños.

El primer ensayo con ácido giberélico (GA₃) consistió en siete tratamientos, separados en dos fechas y dos concentraciones: T0, testigo sin aplicación; T1, 25 mg•L⁻¹, el 19/04/06; T2, 2 aplicaciones de 25 mg•L⁻¹, el 19/04/06 y otra el 29/05/06; T3, 25 mg•L⁻¹, el 29/05/06; T4, 50 mg•L⁻¹, el 19/04/06; T5, 2 aplicaciones de 50 mg•L⁻¹, el 19/04/06 y otra el 29/05/06 y T6, 50 mg•L⁻¹, el 29/05/06.

En el caso de el segundo ensayo, se aplicó 2,4-D el 22 de noviembre del 2006, en tres concentraciones diferentes más el testigo sin aplicación, las concentraciones fueron: 20 mg•L⁻¹, 40 mg•L⁻¹ y 60 mg•L⁻¹.

En el caso del ensayo con GA₃, los resultados no fueron concluyentes ya sea en las concentraciones aplicadas, o en las fechas en las cuales se aplicaron.

En el ensayo de 2,4-D, se pudo observar que, a pesar de no existir diferencias significativas en la carga frutal, sí la hubo en la eficiencia productiva, por lo que se observó una diferencia clara en la distribución de calibres, existiendo frutos con mayor peso a medida que se iba aumentando la concentración de 2,4-D, por lo que su efecto en este caso, más que raleador, resultó ser como engordante de frutos. El 2,4-D aumentó el grosor de la cáscara en los frutos, disminuyendo el rendimiento en jugo.

Palabras claves: calibre, raleo de frutos, inhibición, auxina de síntesis, calidad.

ABSTRACT**THE GIBBERELIC ACID AND 2,4-D APPLICATION EFFECT ON THE FRUIT CROP IN MANDARINE TREE, FORTUNE VARIETY**

A year of high production causes the exhaustion of the tree and as a consequence of it a lower production is gotten next year. The fruit thinning helps to reduce this problem. So fruit of a better size and quality it can be placed in the fresh market. For this reason two experiments were done, one with gibberellic acid (GA_3) to inhibit the floral induction in order to reduce the numbers of flowers and by this, the load that the tree had budgeted, and another experiment was done with a synthesis auxin, 2,4-D to thinning flowers and small fruits.

The first experiment with gibberellic acid consisted of seven treatments, separated in two dates and two concentrations of acid: T0, control; T1, 25 $mg \cdot L^{-1}$, on 19/04/06; T2, 2 applications of 25 $mg \cdot L^{-1}$, on 19/04/06 and another on 29/05/06; T3, 25 $mg \cdot L^{-1}$, on 29/05/06; T4, 50 $mg \cdot L^{-1}$, on 19/04/06; T5, 2 applications of 50 $mg \cdot L^{-1}$, on 19/04/06 and another on 29/05/06 and T6, 50 $mg \cdot L^{-1}$, on 29/05/06.

In the case of the second experiment, 2,4-D was applied on November 22, 2006, in three different concentrations plus the control one, the concentrations were: 20 $mg \cdot L^{-1}$, 40 $mg \cdot L^{-1}$ and 60 $mg \cdot L^{-1}$.

In the case of the gibberellic acid experiment, the results were inconclusive, either at the concentrations applied, or the dates on which they were applied.

In the experiment of 2,4-D, it was observed that despite there are no significant differences in the crop load, there were differences in the yield efficiency, it was a clear difference in the distribution of sizes, there were fruit with greater weight as long as it was increasing the concentration of 2,4-D, so its effects in this case, more than thinning, proved to be a fruit "fattening". 2,4-D increased the thickness of the rind in the fruits, falling the yield in juice.

Key words: caliber, fruit thinning, inhibition, synthetic auxin, quality.

INTRODUCCIÓN

El tamaño es uno de los principales factores de la calidad de la fruta. En la gran mayoría de las especies, los frutos grandes son más apetecidos que los pequeños, aunque esto dentro de ciertos límites. La fruta muy pequeña comúnmente se descarta, pues además de ser poco atractiva, por lo general es menos sabrosa, tiene poca pulpa en proporción con la piel o la semilla y está más expuesta a la deshidratación, debido a su alta relación superficie/pulpa (Razeto, 2006).

La importancia del calibre en la fruta muchas veces está también en función de la oferta y la demanda. Cuando la demanda por determinada fruta es alta, generalmente disminuyen las exigencias en cuanto a tamaño, pudiendo venderse fruta de menor calibre dentro de determinada variedad. Inversamente, cuando el mercado tiende a la saturación, los límites de calibre van subiendo y no se aceptan frutos de tamaño pequeño o, incluso, mediano (Razeto, 2006). Esta última situación ocurre más frecuentemente, dado por la alta oferta y por las exigencias del consumidor.

Además de los factores climáticos, el desarrollo y el tamaño final del fruto dependen de factores internos del mismo fruto, que determinan su capacidad potencial para crecer, lo que se denomina su fuerza como sumidero, y de una serie de factores externos al fruto que determinan el suministro de metabolitos (Guardiola, 1995). Uno de los factores que más importancia tiene en la determinación del tamaño final, alcanzado por el fruto, es la competencia entre órganos en desarrollo. Cuanto mayor es el número de órganos en crecimiento, sean flores o frutos, mayor es la competencia entre ellos, tanto por elementos minerales como por los productos de la fotosíntesis, lo que limita sus posibilidades de crecimiento (Agustí y Almela, 1991).

Por lo tanto, el tamaño final del fruto depende de su capacidad de crecimiento y de la capacidad de la planta para satisfacer sus demandas. A la vista de los conocimientos actuales, es posible mejorarlo modificando uno u otro de estos factores, o ambos. Aumentar la capacidad de la planta para nutrir a los frutos en desarrollo puede lograrse reduciendo la competencia entre ellos (Agustí *et al.*, 1993). Esta competencia puede eliminarse ya sea desde que se determina la floración, proceso llamado inducción floral, o realizarse más tardíamente, es decir, cuando los órganos florales o frutos ya están formados.

La floración es determinante en la carga y productividad de un huerto. Los avances más relevantes en el conocimiento de la floración se han logrado con el estudio de las fitohormonas y en particular de las giberelinas (GAs). Son numerosos los trabajos publicados sobre la acción de GA₃, GA₄ y GA₇, en la inducción floral, y en todos ellos la inhibición de la floración se consigue de modo general y sistemático; tan sólo la época de aplicación y concentración dependen de la zona climática y de la variedad (Agustí *et al.*, 2000).

En los cítricos, el control que el fruto ejerce sobre la floración puede llegar, en algunas especies y variedades, y en determinadas circunstancias, a reducir las floraciones drásticamente; la ausencia de flores en estos casos impide la obtención de cosecha y la consiguiente ausencia de frutos permite floraciones abundantes que aseguran la

siguiente cosecha. Iniciándose con ello ciclos de producción alta y baja que definen el concepto de alternancias de cosechas (Agustí, 2000).

El control de la floración es requisito indispensable en muchos casos para aumentar la cuantía y calidad de las cosechas. Este control debe entenderse en sentido amplio y abarca tanto su inhibición como su estímulo, lo que depende de las exigencias de cada variedad. Así aquellas que después de una cosecha abundante florecen insuficientemente requieren tratamientos encaminados a aumentar la floración, mientras que aquellas que tienden a florecer muy abundantemente exigen tratamientos capaces de reducirla (Agustí, 2000). Esto último ocurre en algunas variedades de cítricos, como es el caso del híbrido Fortune, el cual al florecer tan abundantemente en algunos años, además de llevar a problemas en el tamaño del fruto esa temporada, al año siguiente esto conlleva a baja floración y una consiguiente baja producción. Por esto último, es que el número de flores producidas por la planta tiene una gran influencia en la determinación del tamaño final alcanzado por el fruto (Agustí y Almela, 1991).

Los tratamientos para controlar la floración de los cítricos, se presentan, por tanto, como una técnica útil, con ellos se logra pasar de intensidades de floración altas a intensidades de floración medias (Agustí, 2000). Estos tratamientos deben realizarse durante el reposo y su respuesta depende críticamente de la época de la aplicación. En general concentraciones de $25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, aplicadas durante el reposo vegetativo, son suficientes para reducir la floración de naranjo dulce como Washington Navel, de clementinas o híbridos, con tendencia a florecer abundantemente, sobre todo después de un año de cosecha reducida (Agustí *et al.*, 2000).

El ácido giberélico produjo también una inhibición en la intensidad de la floración de la primavera siguiente, en todas las dosis aplicadas en limones variedad Lisboa para controlar el desarrollo de peteca. En este caso, en las plantas tratadas con las concentraciones más altas de GA_3 ($30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) las ramillas marcadas mostraron el mayor porcentaje de inhibición en la floración, con un 96%. El efecto inhibitorio que tuvieron estas aplicaciones sobre la floración, se confirmó con la evaluación de la eficiencia productiva a la siguiente temporada (Vargas, 2007).

No sólo en cítricos GA_3 se muestra como una alternativa para controlar la floración. La aplicación de ácido giberélico durante la inducción de las yemas florales reduce significativamente la floración del ciruelo japonés en las variedades Black Diamond y Black Gold. La respuesta depende de la concentración aplicada y del tipo de brote. En ensayos recientes se ha logrado reducir en 40% la floración para concentraciones de $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de GA_3 y en 75 a 90% para $75 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (González-Rossia *et al.*, 2006).

La aplicación de auxinas reduce la competencia en la planta, mediante la eliminación de parte de los frutos en desarrollo (efecto aclarante), o produce un aumento de la fuerza como sumidero del fruto, mediante un efecto directo de las auxinas sobre los tejidos del mismo fruto (estimulación de crecimiento) (Guardiola, 1995).

Además, el grupo de reguladores de desarrollo donde se encuentran las sustancias más eficaces para aumentar el tamaño final del fruto, es el de las auxinas. Todas aquellas, sin excepción, pertenecen a las llamadas auxinas de síntesis, (Agustí y Almela, 1991). Los resultados obtenidos con ellas son muy variables (Agustí y Almela, 1991), por ésta razón se hace necesario hacer ensayos con su uso, según la especie, localidad o país en particular.

Diversos resultados obtenidos muestran que la aplicación de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), durante la floración y post-antesis, es un sistema adecuado para aumentar el tamaño del fruto de algunas variedades, tan eficaz o aún más que las aplicaciones al final de la caída de diciembre, y de mucho más simple ejecución (Guardiola, 1995).

Según Retamal (2003), la auxina de síntesis 2,4-D demostró ser efectiva en el aumento del tamaño y el peso de fruto en naranjo variedad Tardía de Valencia. La auxina aumentó la proporción de frutos de mayor calibre comercial y los uniformó. Según el mismo autor también se afectó significativamente la producción, aumentando los kilogramos de fruta por árbol, siendo la respuesta obtenida dependiente de la concentración.

Con respecto a las mandarinas, se espera un aumento en los principales países productores como España y Marruecos (Fundación Chile, Programa de Gestión Agropecuaria, 2002), por lo que se debe aumentar la competitividad frente a ellos. Las expectativas comerciales en países asiáticos son favorables, no obstante, las experiencias con las mandarinas-clementinas por la irregularidad de la calidad y la oferta, dejaron a este mercado en una posición más baja que la esperada (Gámez, 2005). Si se toma en cuenta que una de las principales ventajas de la especie en estudio es su maduración tardía, cosechándose entre agosto y septiembre, época en que prácticamente ya no quedan mandarinas en el mercado (Esguep, 2005), se debe mejorar su calidad. Además considerando que uno de los principales problemas del híbrido tardío Fortune es su calibre, este debe ser mejorado. Hoy en día los exportadores estiman que los calibres SS y S, los cuales son los más pequeños aún exportables, en el futuro próximo no tendrán valor comercial¹.

En base a lo anteriormente expuesto, para la presente investigación, se utilizó una plantación comercial de mandarinos variedad Fortune, en la localidad de Peumo, VI Región, que presentó una baja carga frutal en la temporada anterior, por lo cual se esperaba para el año siguiente una alta floración y un alto número de frutos con bajo calibre.

Hipótesis

El uso de GA₃ (ácido giberélico) y 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) permite regular la carga frutal en mandarinos variedad Fortune.

¹ Juan. E. Ortúzar (Comunicación personal).
Jefe de Unidad de cítricos, Agricom, Santiago, Chile. 2008.

Objetivos

- Determinar la efectividad de la aplicación, de ácido giberélico (GA₃) en otoño sobre la carga y la calidad del fruto.
- Determinar la efectividad de la aplicación de ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), como raleador, y su efecto en el calibre y la calidad del fruto, aplicado a flores y frutitos pequeños.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

El estudio se realizó en la variedad Fortune, un híbrido tardío entre clementino Fino y mandarino Dancy (Soler, 1999). El huerto fue plantado en 1998, se ubica en la VI Región, los árboles están injertados sobre Citrumelo, cuya distancia de plantación es de 5•3m, plantados sobre camellones y regados por goteo. Las hileras están orientadas en sentido Este-Oeste.

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 con ácido giberélico comenzó en abril del 2006, y el ensayo con 2,4-D en noviembre del mismo año.

Productos aplicados

Los productos comerciales utilizados fueron: Activol® (4% de GA₃), Esteron Ten*Ten® (62,5% de ácido 2,4 diclorofenoxiacético) y Silwet®L-77, como humectante en las soluciones.

Método

Descripción de los tratamientos

El primer ensayo consistió en 7 tratamientos con 6 árboles cada uno, los cuales se describen en el Cuadro 1. GA₃ se aplicó vía aspersión foliar junto con un humectante (Silwet®L-77, 25cc/100L), mediante motobomba, hasta el punto de goteo. La cantidad de solución aplicada por árbol fue de 8 litros aproximadamente.

Cuadro 1. Tratamientos con GA₃, concentraciones y fechas de aplicaciones en mandarina variedad Fortune, para inhibir inducción floral y controlar carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamiento	Producto	Concentración	Fecha de aplicación
T0	Testigo sin aplicación	0	
T1	GA ₃	25 mg•L ⁻¹	19/04/06
T2	GA ₃	25 mg•L ⁻¹	19/04/06 y 29/05/06
T3	GA ₃	25 mg•L ⁻¹	29/05/06
T4	GA ₃	50 mg•L ⁻¹	19/04/06
T5	GA ₃	50 mg•L ⁻¹	19/04/06 y 29/04/06
T6	GA ₃	50 mg•L ⁻¹	29/05/06

El segundo ensayo consistió en 4 tratamientos con 5 árboles cada uno, los cuales se describen en el Cuadro 2. El producto aplicado fue 2,4-D vía aspersión foliar junto con un humectante (Silwet®L-77, 25cc/100L), mediante motobomba hasta el punto de goteo. La cantidad de solución aplicada por árbol fue de 10 litros aproximadamente.

Cuadro 2. Tratamientos con 2,4-D, en mandarinos variedad Fortune, para controlar carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamiento	Producto	Concentración	Fecha de aplicación
T0	Testigo sin aplicación	0	
T1	2,4-D	20 mg•L ⁻¹	22/11/06
T2	2,4-D	40 mg•L ⁻¹	22/11/06
T3	2,4-D	60 mg•L ⁻¹	22/11/06

Evaluaciones de los ensayos

Evaluaciones postaplicación de 2,4 D

Para la aplicación de 2,4-D, se escogieron dos ramillas por árbol (una lado norte y otra lado sur), de similar posición y vigor, y se contó el número de flores y frutitos presentes antes de tratar los árboles y en fechas posteriores para hacer un seguimiento desde la aplicación del producto hasta cosecha.

Evaluaciones postcosecha para ambos ensayos

La cosecha de los árboles se realizó entre el 11 y 21 de septiembre del año 2007. El área de sección transversal de tronco ($ASTT = (\text{perímetro})^2/12,56$), se midió a 10 cm sobre la unión patrón – injerto.

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

- Número de frutos por árbol.
- Peso de fruta por árbol, en kilogramos (cosechándose separado por exposiciones, norte y sur).
- Distribución de calibres: Para la cual se pesaron individualmente 100 frutos (50 por cada exposición), los cuales se dividieron arbitrariamente en tres grupos de calibres:
 - Calibre “A”; fruto con peso < 60 gramos
 - Calibre “B”; fruto con peso ≥ 60 y ≤ 100 gramos
 - Calibre “C”; fruto con peso > 100 gramos
- Carga frutal: Número de frutos ajustado por cm^2 de ASTT.
- Eficiencia Productiva: Kilogramos de fruta ajustado por cm^2 de ASTT.

A la cosecha se tomaron 20 frutos de cada árbol (10 frutos por cada exposición) a los cuales se les evaluó:

- Peso: se determinó mediante una balanza electrónica de precisión (g).
- Diámetro ecuatorial y polar: se midió con un pie de metro (cm).
- Grosor de cáscara: se midió con una regla (mm).
- Color: se determinó mediante un colorímetro triestímulo marca Minolta modelo CR-400, coordenadas L^* , a^* , b^* como unidad de medición. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de color de fruto (IC)} = 1000 \cdot a^* / (L^* \cdot b^*)$$

- Contenido de sólidos solubles: se utilizó un refractómetro marca Reichert Termo compensado digital.
- Acidez titulable: se obtuvo mediante la titulación de 10 mL de jugo de una muestra representativa de frutos, con NaOH 0,1 N, hasta que se logró la neutralización de los ácidos orgánicos a pH 8,2-8,3. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ácido} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{normalidad} \times \text{peso (g) de 1meq de Ac.} \times 100}{\text{Contenido de jugo (mL)}}$$

- Relación sólidos solubles/acidez.
- Cantidad de jugo: mediante relación peso/peso (porcentaje).

Los parámetros de peso, diámetro y grosor de cáscara se evaluaron en cada fruto individualmente. Con respecto al parámetro color, se decidió, separar en 2 grupos representativos a las repeticiones, esto debido a que las mandarinas no presentaban problemas con este parámetro y al momento de la cosecha presentaban coloración

completa. Para los parámetros de cantidad de sólidos solubles, acidez y porcentaje de jugo, se evaluó en el total de jugo obtenido de los 20 frutos de cada árbol con un total de 120 frutos por tratamiento en el caso del ensayo con GA₃ y de 100 frutos por tratamiento en el caso del ensayo con 2,4-D. Adicionalmente, se evaluó la posible presencia de desórdenes fisiológicos.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental del ensayo con GA₃ fue en bloques con 7 tratamientos y con 6 repeticiones cada uno. En el caso del ensayo con 2,4-D se realizaron 4 bloques al azar con 5 repeticiones cada uno. En ambos ensayos la unidad experimental fue el árbol.

Para ambos ensayos, los tratamientos se compararon mediante análisis de varianza (ANDEVA). En el caso de obtener diferencias significativas, las medias se separaron usando la prueba de comparación múltiple de Tukey para el ensayo con ácido giberélico y de LSD Fisher para el ensayo con 2,4-D, ambos con una significación del 5%. Se realizaron pruebas de contrastes en el ensayo con GA₃, para determinar la existencia de diferencias entre la aplicación de las diferentes concentraciones de GA₃ y las fechas en que se aplicaron.

Los resultados obtenidos en porcentajes, fueron transformados a grados Bliss, para su análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo con GA₃, para inhibir la inducción floral e, indirectamente, disminuir la carga final

Carga frutal y eficiencia productiva

A continuación se presentan los resultados obtenidos en carga frutal expresada como número de frutos/cm² de ASTT (área de sección transversal de tronco), y la productividad expresada como kilogramos de fruta/cm² de ASTT, obtenida en los tratamientos realizados con GA₃ (Figuras 1 y 2).

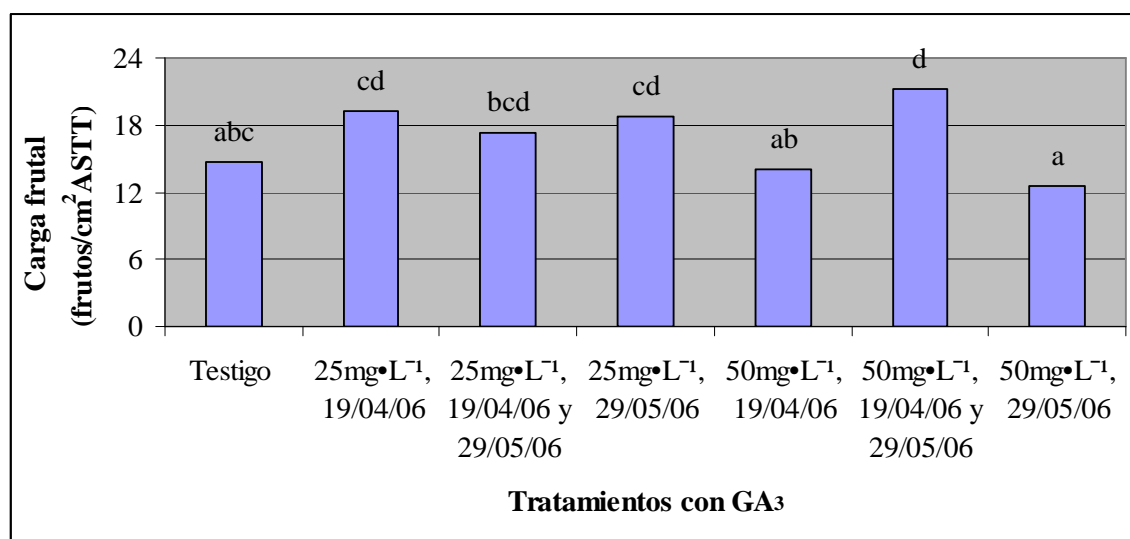


Figura 1. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la carga frutal (frutos/cm²ASTT) a cosecha en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, $p \leq 0,05$).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,0067

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: <0,0001

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,0124

En relación a los resultados obtenidos en cuanto a la carga ajustada, los efectos fueron muy diferentes entre sí, no mostrando una tendencia clara (Figura 1). Los contrastes realizados muestran que existieron diferencias entre las concentraciones aplicadas y el testigo, también en las fechas en las cuales se aplicó existieron diferencias con el testigo, asimismo existió diferencia entre aplicar en dos fechas 25 mg•L⁻¹ ó 50 mg•L⁻¹.

Por lo tanto, en la carga frutal influyeron los factores, concentración y fecha de aplicación.

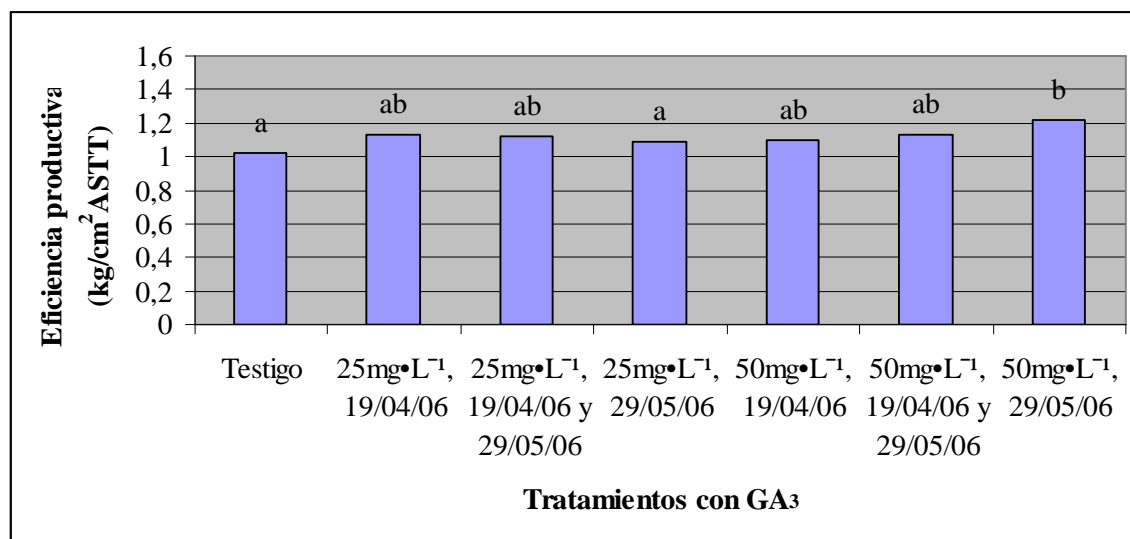


Figura 2. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, p ≤ 0,05). Se utilizó la carga frutal como covariable (<0,0001).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,1728

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: 0,1809

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,9508

En cuanto a la eficiencia productiva, los resultados fueron mucho más homogéneos, mostrándose sólo dos extremos, el testigo junto con la menor dosis probada en la fecha más tardía, obtuvieron la menor eficiencia productiva diferenciándose estadísticamente sólo de la mayor concentración en la fecha más tardía, teniendo esta última la mayor eficiencia productiva. Los demás tratamientos se encontraron entre estos dos extremos (Figura 2). Las pruebas de contrastes hechas para la eficiencia productiva no fueron significativas, es decir, que no existieron diferencias entre las concentraciones probadas, tampoco existieron diferencias en cuanto a las fechas en que se aplicó, ya sea entre aplicar en abril o mayo (una sola vez) ó aplicar dos veces en diferentes fechas la misma concentración.

En relación a las razones de por qué el ensayo con GA₃, para inhibir la inducción floral en mandarino variedad Fortune y la consecuente baja en la carga, no dió los resultados esperados, al comparar los tratamientos con el testigo sin aplicación, se debería a que: este cítrico en particular se caracteriza por una floración muy abundante, por lo que tal vez las concentraciones aplicadas fueron muy bajas. Estas mismas concentraciones fueron aplicadas por Vargas (2005), en el período inductivo del níspero del Japón cv. Golden Nugget, y tampoco se obtuvieron resultados en la disminución de flores producidas en las panículas.

Distintos estudios realizados en otras especies muestran dosis probadas mayores, como lo hicieron Southwick *et al.* (1995), quienes lograron reducir el número de flores en

duraznero (*Prunus persica*) variedad Loadel tras aplicar 50, 75, 100 y 120 mg•L⁻¹ de GA₃. A medida que se incrementó la concentración utilizada, mayor fue el efecto en la reducción de flores de duraznero. También en otra variedad de duraznero como lo es Redhaven se redujo la densidad floral entre 25 a 75%, obteniéndose los mayores resultados con concentraciones de 200 a 400 mg•L⁻¹ (Coneva y Cline, 2006).

Por otra parte en este ensayo la fecha de aplicación, tal vez no fue la adecuada, resultados obtenidos por Varela (2007), en naranjo Tardío de Valencia, con aplicaciones de sólo 10 mg•L⁻¹ de GA₃ hechas en yema hinchada, lograron reducir el número de flores por nudo, como también el número total de flores en un 37,5%. Este resultado se tradujo luego en una reducción del 22,3% en el número de frutos con respecto al testigo, (aunque esta comparación no es totalmente válida puesto que la inducción y diferenciación floral, supuestamente, ya habían ocurrido en el momento de las aplicaciones).

Camelio (1995), tampoco obtuvo resultados satisfactorios en el control de la floración con GA₃ en naranjo cv. Newhall, con aplicaciones de 5, 10 y 30 mg•L⁻¹, en mayo y julio; en la primera fecha (mayo), no dió resultado, debido posiblemente a la alta variabilidad que presentaron los parámetros y el bajo nivel muestral. En la segunda fecha (julio), no dió resultado, debido a las causas anteriores más la época de aplicación, esto último debido a la posible baja sensibilidad de las yemas en el momento en que se aplicó.

Carga frutal y eficiencia productiva diferenciada por lado de exposición del árbol

Para poder hacer una comparación más exhaustiva de los resultados y ver si existían diferencias más sutiles, los datos se analizaron por cada lado del árbol (norte y sur), aunque tampoco se encontraron efectos concluyentes, ni esperados (Figuras 3, 4, 5 y 6).

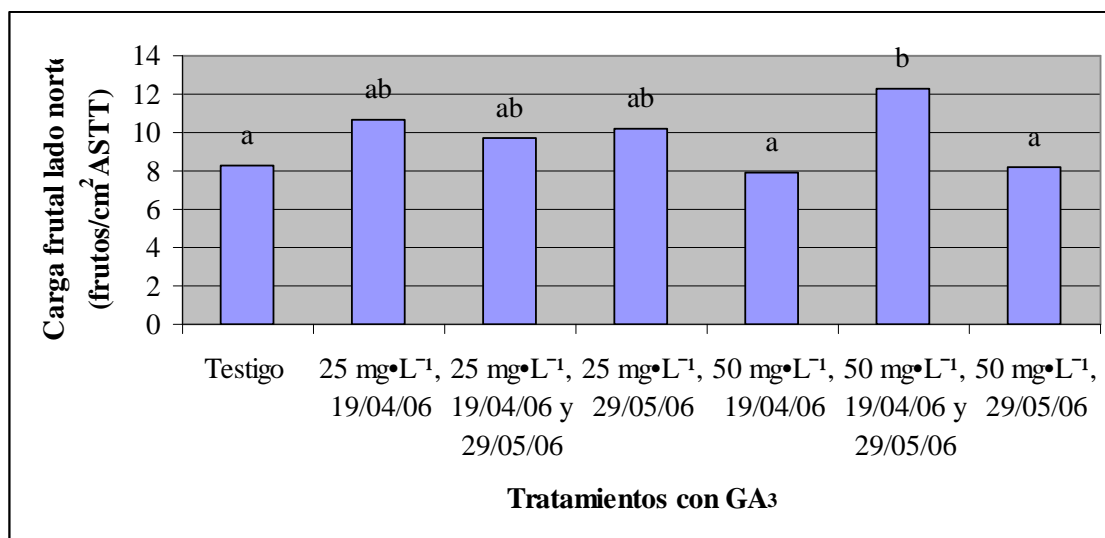


Figura 3. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la carga frutal (frutos/cm²ASTT) a cosecha en el lado norte, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, $p \leq 0,05$).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,2051

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: 0,0014

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,0118

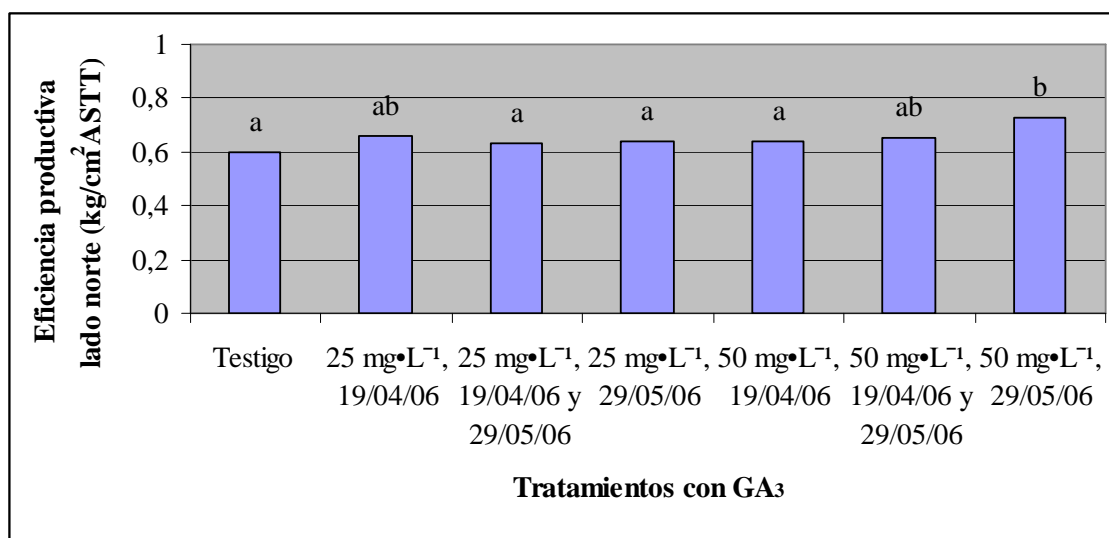


Figura 4. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en el lado norte, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, $p \leq 0,05$). Se utilizó la carga frutal lado norte como covariable ($<0,0001$).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,0408

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: 0,0846

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,4385

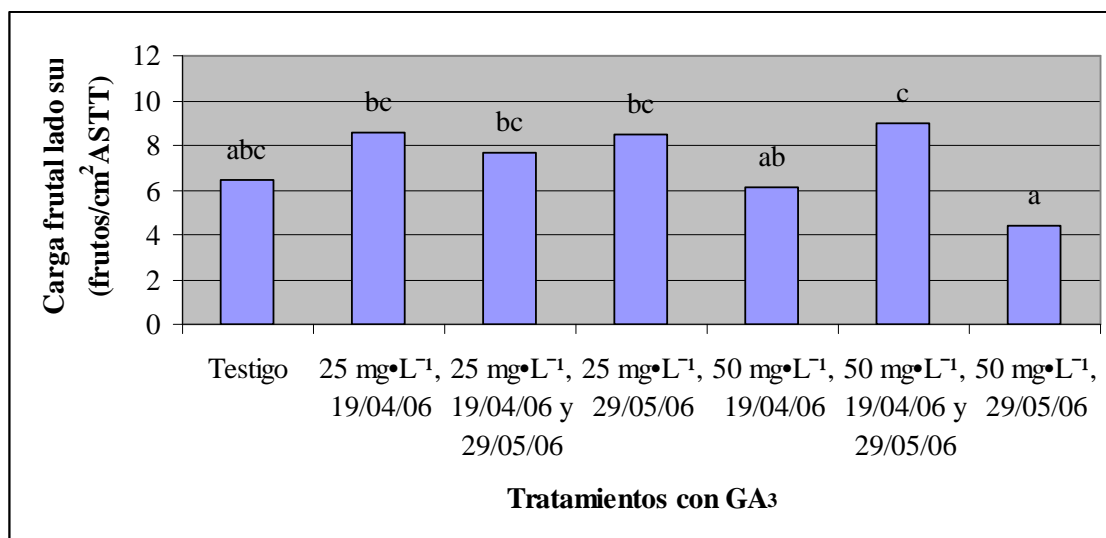


Figura 5. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la carga frutal (frutos/cm²ASTT) a cosecha en el lado sur, en mandarina variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, $p \leq 0,05$).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,0016

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: <0,0001

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,1412

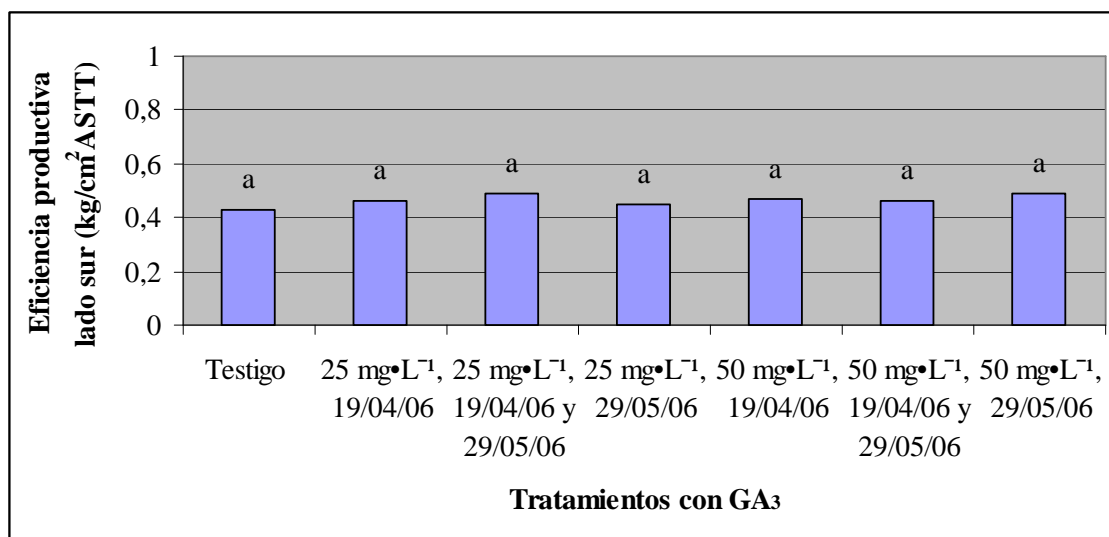


Figura 6. Efecto de la inhibición de la inducción floral con GA₃ sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en el lado sur, en mandarina variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, (Tukey, $p \leq 0,05$). Se utilizó la carga frutal lado sur como covariable (<0,0001).

Contraste concentraciones 25 mg•L⁻¹ vs. 50 mg•L⁻¹: 0,6221

Contraste fechas 19/04/06 vs. 29/05/06: 0,2344

Contraste 25 mg•L⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L⁻¹ en dos fechas: 0,2184

En las Figuras 3 y 4 se observa claramente que el lado norte, presentó una mayor carga frutal y eficiencia productiva. Según Razeto (2006) comúnmente el lado norte presenta mayor fructificación y fruta de mejor calidad que el lado opuesto, el cual recibe menos luz (Hemisferio Sur).

Al separar los resultados por lado de cosecha, no se pudo concluir o encontrar ninguna diferencia en relación a los resultados obtenidos en general, ya que los resultados son muy semejantes, sólo que a menor escala que los obtenidos en el total (Figuras 1 y 2).

Distribución de calibres

Se pesaron 100 frutos individuales en campo, elegidos al azar por árbol recién cosechado, (lo que se relacionó con alrededor del 4 al 8% de los frutos totales por árbol), con un total de 600 frutos por tratamiento.

Posteriormente, estos 100 frutos pesados individualmente se dividieron en 3 grupos para conocer la distribución de calibres por tratamiento (Cuadro 3), y se observó que el tratamiento 6 con GA₃, presentó pesos de frutos mayores, teniendo un 18,5% de sus frutos con pesos superiores a 100 gramos (C), siendo el testigo el que obtuvo menos de un 2% de frutos en promedio en esta categoría. También se pudo observar que el tratamiento 6, presentó el menor porcentaje de calibre A, en donde se encontraban los frutos más pequeños, diferenciándose estadísticamente de todos lo demás tratamientos. Con respecto a los frutos de calibre intermedio (B), todos los tratamientos, se encontraron con frutos en su mayoría en esta categoría, siendo el testigo el que presentó el porcentaje más bajo de frutos en este rango, aunque sólo se diferenció estadísticamente del tratamiento 6.

Cuadro 3. Porcentajes de los diferentes calibres en los tratamientos con GA₃: peso inferior a 60 gramos (A), entre 60 y 100 gramos (B) y peso mayor a 100 gramos (C) de un universo de 100 frutos por árbol.

Tratamientos con GA ₃	A, < 60 g	60g ≤ B ≤ 100 g	C, >100 g
Testigo	39,17% b	59,00% a	1,83% a
25 mg•L ⁻¹ , 19/04	25,67% b	70,00% ab	4,33% ab
25 mg•L ⁻¹ , 19/04 y 29/05	26,83% b	69,00% ab	4,17% ab
25 mg•L ⁻¹ , 29/05	28,00% b	69,17% ab	2,83% ab
50 mg•L ⁻¹ , 19/04	20,83% b	72,00% ab	7,17% b
50 mg•L ⁻¹ , 19/04 y 29/05	33,33% b	62,67% ab	4,00% ab
50 mg•L ⁻¹ , 29/05	3,67% a	77,83% b	18,50% c

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas (Tukey, p ≤ 0,05).

Las pruebas de contrastes realizadas para los calibres (Apéndice I), sólo fueron significativas, para las concentraciones y las fechas (una aplicación) en calibre A (menor) y C (mayor), para dos aplicaciones la prueba no fue significativa en ninguno de los calibres. Las pruebas no fueron significativas en el calibre intermedio (B) donde se encontraba la mayor cantidad de la fruta cosechada. Es decir, las concentraciones y las

fechas (una aplicación) afectaron la distribución de los calibres sólo para los frutos más pequeños y los frutos más grandes.

Calidad de la fruta

Tamaño de la fruta. Como era de esperar, para la muestra de 20 frutos por árbol analizadas en laboratorio, también el tratamiento 6, con $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de GA₃ aplicado el 29/05 fue el que obtuvo el peso superior (Cuadro 4), diferenciándose estadísticamente de los todos los demás tratamientos. Estos frutos también obtuvieron diferencias significativas con respecto al diámetro ecuatorial aunque no así con respecto al diámetro polar, parámetro que se mostró parejo en los tratamientos, por lo que se podría decir que el GA₃ en esa fecha y dosis, generó frutos más redondeados en general y menos alargados, aunque no se encontró apoyo bibliográfico que confirme esto, además puede ser, que sólo quizás al crecer el fruto en calibre, lo hace en diámetro ecuatorial y no polar.

Cuadro 4. Peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de cáscara, de una muestra de 20 frutos por árbol (120 por tratamiento), en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con GA ₃	Peso (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)	Grosor de cáscara (mm)
Testigo	63,80 a	52,1 a	43,6 a	3,43 b
25mg•L ⁻¹ , 19/04	68,18 a	52,4 a	43,2 a	2,83 a
25mg•L ⁻¹ , 19/04 y 29/05	65,42 a	52,4 a	42,1 a	2,81 a
25mg•L ⁻¹ , 29/05	69,68 a	53,3 a	42,9 a	2,85 a
50mg•L ⁻¹ , 19/04	69,21 a	52,4 a	42,5 a	2,71 a
50mg•L ⁻¹ , 19/04 y 29/05	65,69 a	51,8 a	50,5 a	2,80 a
50mg•L ⁻¹ , 29/05	88,55 b	57,9 b	46,4 a	2,63 a

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$).

Con respecto al grosor de la cáscara (Cuadro 4), sólo el testigo se diferenció significativamente entre los tratamientos, esto estaría demostrando que la aplicación de GA₃, podría haber afectado éste parámetro, pero esta diferencia se debería a la variabilidad de la muestra y no a la aplicación de GA₃ (hecha en período de reposo).

Las pruebas de contrastes, para las características del fruto (Apéndice II), fueron significativas en concentraciones y fechas de aplicación de GA₃ (una aplicación) para el peso, el diámetro ecuatorial y grosor de cáscara, no siendo significativa esta prueba para estos parámetros en las fechas con dos aplicaciones. Las pruebas de contrastes no fueron significativas para el diámetro polar.

Color de la fruta. No existió diferencia estadística alguna en el color medido en los tratamientos (Cuadro 5). Esto debido a que en las fechas en que se aplicó GA₃ (reposito), no se ha demostrado, que tenga incidencia alguna en la coloración de la fruta que se generará con el fin que se haría dicha aplicación (inhibición de la inducción floral), aunque por otro lado en caso de que hubiese una menor cantidad de fruta con la aplicación, la coloración se podría ver afectada, de modo que a menor fruta en el árbol, la madurez se vería adelantada teniendo estos frutos mayor coloración al momento de la cosecha. Además, si GA₃ (Agustí *et al.*, 2000), se aplica para controlar alteraciones de los cítricos como clareta, bufado y “picado” durante otras fechas y con el fruto ya desarrollado, GA₃ aparte de inhibir la inducción floral en la próxima temporada, cuando se aplica para las dos últimas alteraciones mencionadas (bufado y “picado”), podría retrasar la coloración, cuando se aplica para las tres alteraciones.

Cuadro 5. Valores obtenidos para color, en cada uno de los tratamientos con GA₃ en mandarinas variedad Fortune, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con GA ₃	Color
Testigo	7,51 a
25 mg•L ⁻¹ , 19/04/06	7,71 a
25 mg•L ⁻¹ , 19/04/06 y 29/05/06	8,15 a
25 mg•L ⁻¹ , 29/05/06	8,24 a
50 mg•L ⁻¹ , 19/04/06	7,93 a
50 mg•L ⁻¹ , 19/04/06 y 29/05/06	7,53 a
50 mg•L ⁻¹ , 29/05/06	7,59 a

Letras iguales por columna no indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$).

Las pruebas de contrastes realizadas no fueron significativas para el parámetro de color (Apéndice III).

Cantidad y composición del jugo. En el Cuadro 6 se presentan los resultados obtenidos en los distintos tratamientos con GA₃ realizados: acidez representada como porcentaje de ácido cítrico, sólidos solubles, relación sólidos solubles/acidez y cantidad de jugo como porcentaje del peso total de los frutos.

En general, a pesar de encontrar algunas diferencias estadísticas significativas, en la acidez y la relación sólidos solubles/acidez, estas se deberían en este caso a la variabilidad de la muestra y no a los tratamientos. En cuanto a los sólidos solubles y a la cantidad de jugo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Acidez, sólidos solubles, relación sólidos solubles/acidez y cantidad de jugo de una muestra de 20 frutos por árbol (120 por tratamiento), en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con GA ₃	Acidez (%)	Sólidos Solubles (%)	Relación SS/Acidez	Cantidad de jugo (%)
Testigo	1,26 abc	10,2 a	8,16 ab	46,01 a
25 mg•L ⁻¹ , 19/04/06	1,28 bc	10,2 a	7,91 a	45,60 a
25 mg•L ⁻¹ , 19/04/06 y 29/05/06	1,28 bc	9,93 a	7,78 a	45,07 a
25 mg•L ⁻¹ , 29/05/06	1,25 abc	10,4 a	8,33 abc	46,66 a
50 mg•L ⁻¹ , 19/04/06	1,11 a	9,93 a	8,92 bc	44,12 a
50 mg•L ⁻¹ , 19/04/06 y 29/05/06	1,30 c	10,16 a	7,78 a	45,59 a
50 mg•L ⁻¹ , 29/05/06	1,14 ab	10,43 a	9,12 c	50,11 a

Letras diferentes por columna, indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$).

Las pruebas de contrastes, resultaron ser significativas en cuanto a las concentraciones y las fechas de aplicación (una y dos aplicaciones) para la relación sólidos solubles/acidez. Para las concentraciones y fechas (una aplicación) las pruebas sólo fueron significativas para la acidez. Estas pruebas no resultaron ser significativas en estos términos para los sólidos solubles, ni para la cantidad de jugo (Apéndice IV).

En general, no se han encontrado evidencias en otros estudios, que hagan mención a que el GA₃ influya en las características del jugo, en las fechas en que se aplicó en este ensayo (reposo).

Desórdenes fisiológicos. No se observaron desórdenes fisiológicos en los frutos asociados a ninguno de los tratamientos con aplicación de GA₃.

Ensayo para raleo de flores y frutos pequeños con 2,4-D

Retención de frutos en fechas posteriores a la aplicación

Las aplicaciones de 2,4-D fueron realizadas el 22 de noviembre, posteriormente se registró la retención de frutos en diferentes fechas (Figura 7).

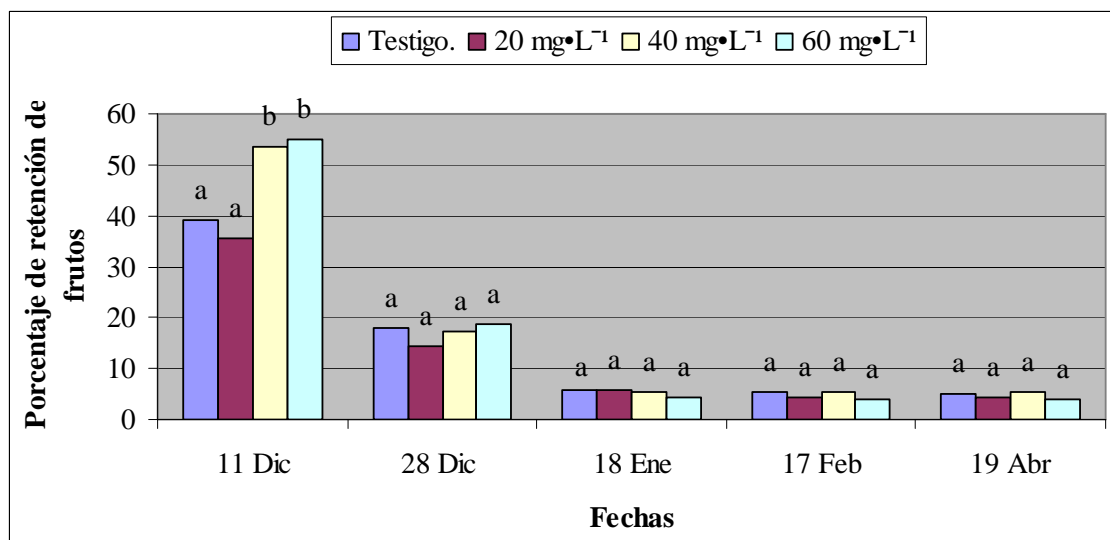


Figura 7. Porcentaje de frutos retenidos, en dos ramas (una lado norte más otra lado sur) por tratamiento, a través del tiempo postaplicación de 2,4-D, en mandarina variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

En la Figura 7 se puede observar que en la primera fecha de conteo (3 semanas post-aplicación), los tratamientos con las dos mayores concentraciones de 2,4-D retuvieron un mayor porcentaje de frutos comparado con el testigo y con la concentración menor, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. A partir de la segunda evaluación, ya no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. El testigo retuvo un 5,01% del total flores y frutitos presentes el día de la aplicación, la menor concentración de 2,4-D retuvo un 4,28%, la concentración intermedia un 5,28% y la concentración mayor indujo la menor retención siendo un 4,01%. Esta baja diferencia en los porcentajes de retención, obtenida entre los tratamientos, se asemeja a los resultados de carga frutal logrados a la fecha de cosecha (septiembre), los cuales no presentaron diferencias significativas (Figura 8). A partir de la segunda semana de enero, prácticamente se definió el número de frutos a cosecha.

Observaciones realizadas por Guardiola (1995), en clementina Esbal, permitieron establecer que el 2,4-D, aplicado al final de la floración, no actuaba como aclarante o raleador, e inicialmente retrasaba la abscisión natural de los frutitos en desarrollo, al mismo tiempo que provocaba el aumento, de modo selectivo, de la velocidad de crecimiento de algunos de ellos, pero no del resto. Esta estimulación selectiva del desarrollo de algunos frutos provoca una mayor competencia sobre los de menor tamaño

durante la fase final de la caída de diciembre, y aproximadamente dos meses después de la aplicación de la auxina, el ritmo de abscisión aumenta. Así la reducción en el número de frutos cosechados no es una consecuencia de un efecto aclarante directo del 2,4-D, sino que resulta de un efecto indirecto.

En este estudio este efecto indirecto de aclareo o raleo con 2,4-D, no se observó, puesto que la carga frutal no se diferenció estadísticamente en los árboles tratados versus el testigo (Figura 8).

Carga frutal y eficiencia productiva

Se observó que no hubo diferencias estadísticas por tratamiento, en cuanto a la carga frutal, representada como número de frutos ajustados por cm^2 de ASTT (Figura 8). Pero por otro lado, se pudo observar que existieron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la eficiencia productiva representada en los kilogramos producidos por árbol, ajustados también por cm^2 de ASTT (Figura 9). Ello permite inducir que para un mismo número de frutos, se obtuvo mayor peso en los tratamientos con aplicación 2,4-D, lo que podría indicar que la aplicación de la auxina de síntesis habría aumentando el peso individual de los frutos.

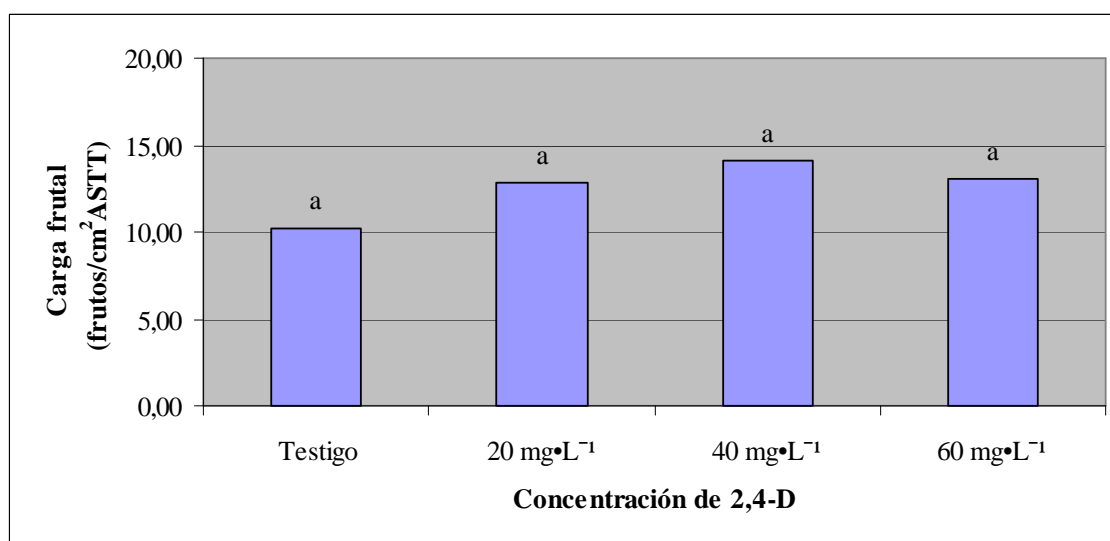


Figura 8. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la carga frutal (frutos/ cm^2 ASTT) a cosecha, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

La diferencia en la eficiencia productiva, se observa claramente con la mayor concentración, la cual difiere estadísticamente del testigo y es medianamente notoria, estadísticamente, en las otras dos concentraciones ensayadas de 2,4-D (Figura 9).

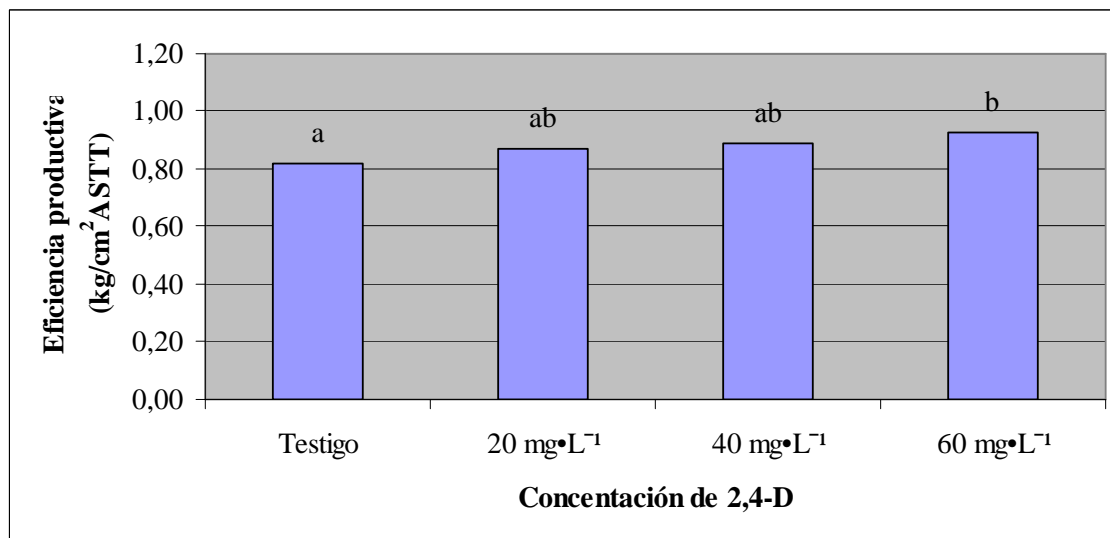


Figura 9. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$). Se utilizó la carga frutal como covariable ($<0,0001$).

La aplicación de otras auxinas de síntesis como es el caso del 2,4-DP, en clementina Fina, mandarina Satsuma y Fortune, mostraron resultados semejantes a los encontrados en este estudio, ya que no se presentaron efectos notables de aclareo o raleo de frutos, pero indujeron un aumento de los kilogramos cosechados en los árboles tratados versus los testigos (Almela *et al.*, 1991).

Estudios hechos por Marin (2008), con aplicaciones de 20 mg•L⁻¹ de 2,4-D en época de plena flor en limón Fino 49, no mostraron disminución significativa en el número de frutos a cosecha, similar a lo ocurrido en este estudio. Sin embargo, en el caso de 2,4-D en Fortune hubo un aumento en los kilogramos producidos, algo que no fue observado en limones Fino 49.

Carga frutal y eficiencia productiva diferenciada por lado de exposición del árbol

Con respecto a la carga frutal de los árboles, expresado como número de frutos/cm²ASTT, se observó que no existieron diferencias estadísticas significativas por lado del árbol entre tratamientos (Figuras 10 y 12). Tampoco hubo diferencias estadísticas en cuanto a la eficiencia productiva en el lado norte (Figura 11), pero sí se observaron diferencias en el lado sur (Figura 13), presentando este último, mayor eficiencia productiva en los tratamientos con aplicación respecto del testigo, siendo esta diferencia significativa para todas las concentraciones versus el testigo, sin existir diferencias significativas entre las concentraciones.

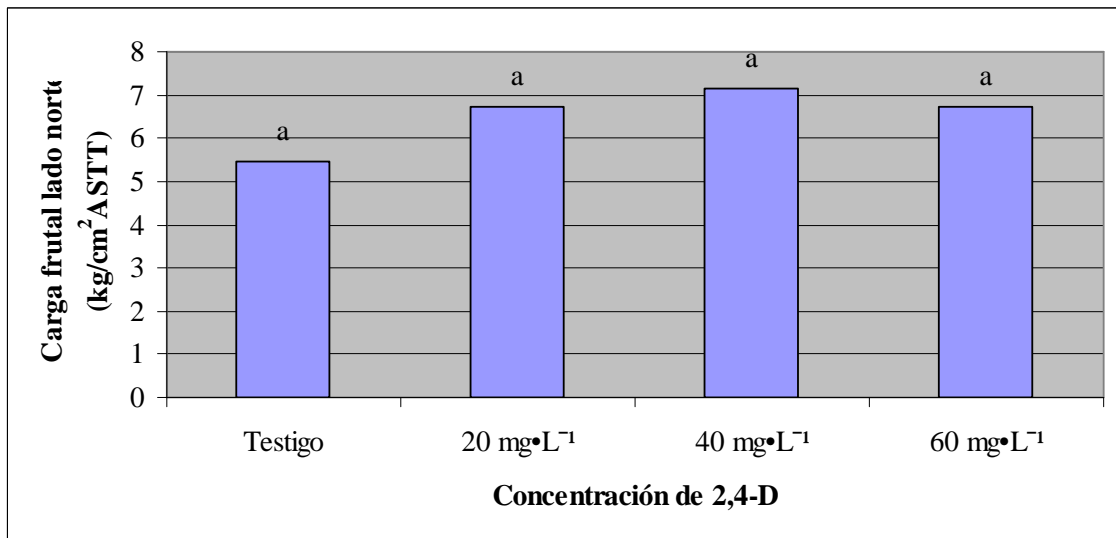


Figura 10. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la carga frutal (frutos/cm²ASTT) a cosecha en lado norte, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

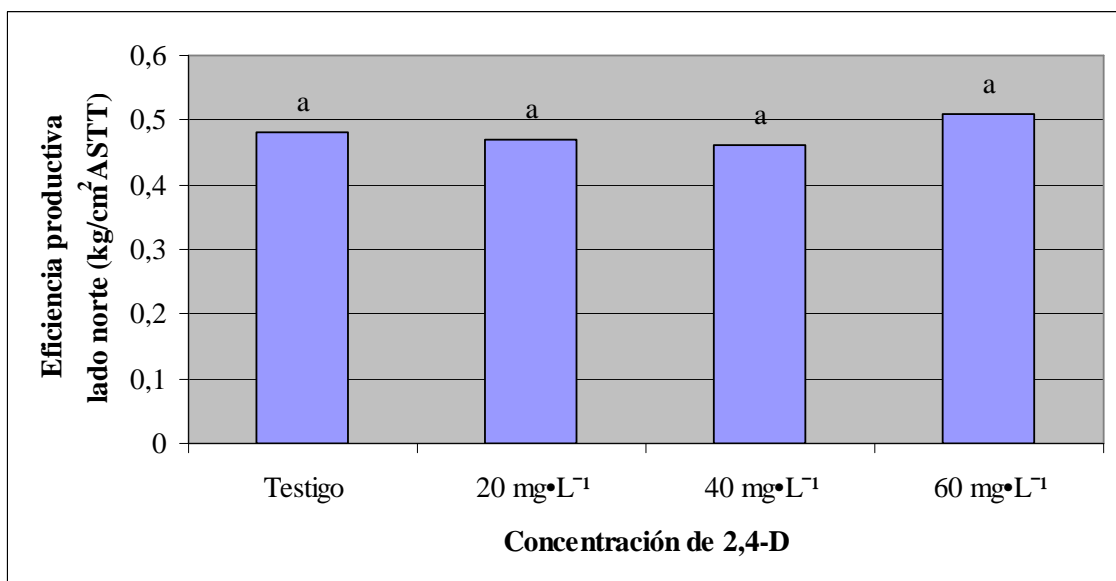


Figura 11. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en lado norte, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$). Se utilizó la carga frutal lado norte como covariable ($<0,0001$).

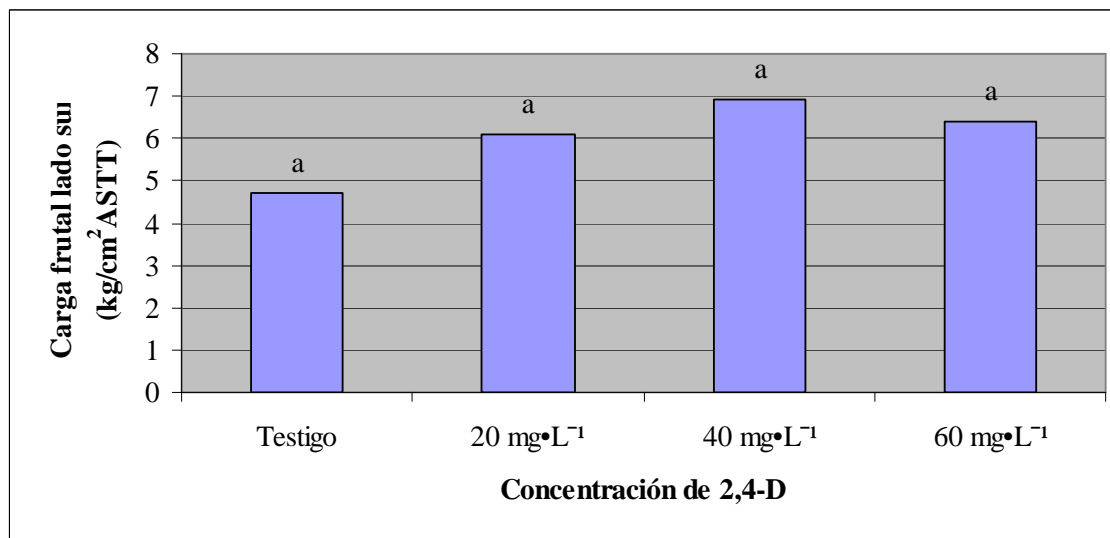


Figura 12. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la carga frutal (frutos/cm²ASTT) a cosecha en lado sur, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

Pavez (2007) observó que el lado de exposición sur de los árboles, presentó mayor sensibilidad a los tratamientos con 3,5,6-TPA, en pomelos plantados también en sentido Este-Oeste. Así, el lado de exposición norte, como se observó también en este estudio, no presentó diferencias estadísticas significativas en las variables analizadas. En esa ocasión, el autor observó que el lado de exposición norte, presentó más fruta que el lado sur, con un 63% de la producción total de fruta. En este estudio en particular, el lado de exposición norte presentó en promedio un 53% de la carga frutal total, promedio que no siendo tan significativo, de igual forma es mayor que el de la cara sur.

Según el mismo autor, esta situación de mayor carga en el lado norte, determinaría que en este lado exista una mayor competencia, con lo cual el suministro de fotoasimilados podría ser insuficiente para satisfacer las demandas generadas por los numerosos frutos presentes. Por lo cual, bajo estas condiciones, el efecto de la auxina sería muy escaso dado que esta sustancia no afecta la oferta de metabolitos, sino que estimula la fuerza de los frutos por atraerlos, y en esta situación la principal limitante la constituiría el suministro de estos. Por el contrario, el lado de exposición sur, al tener menos frutos no presentaría esta situación o se daría en menor intensidad, permitiendo que éste regulador, ejerza en mayor medida su acción sobre los frutos en desarrollo.

Esto último, pudo ser la razón de la mayor eficiencia productiva, que mostró el lado de exposición sur en los tratamientos con 2,4-D, respecto al testigo sin aplicación (Figura 13), por lo que sería el lado sur, donde ocurrió con mayor claridad el efecto de la aplicación de la auxina de síntesis.

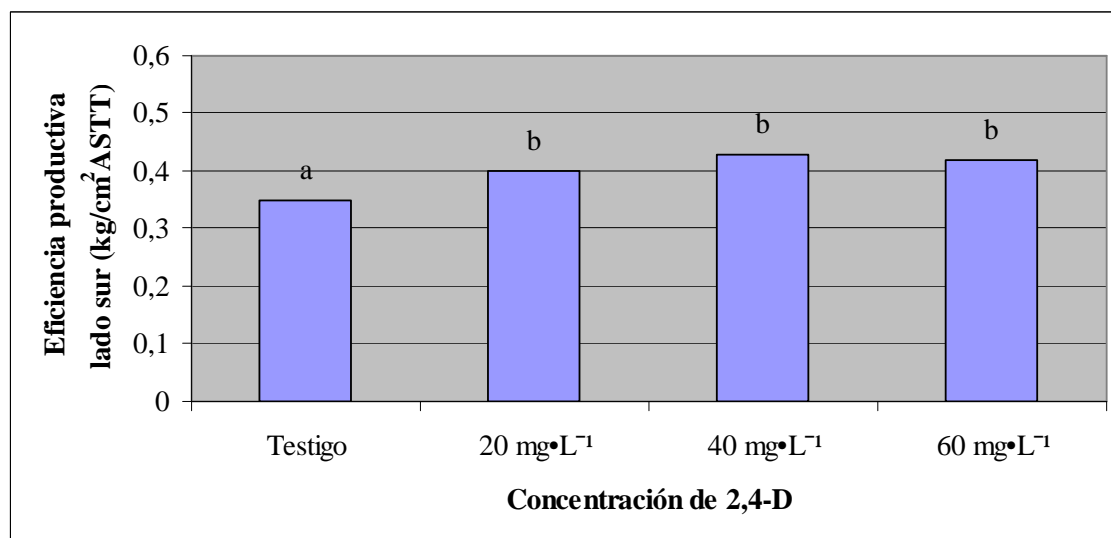


Figura 13. Efecto del raleo con 2,4-D sobre la eficiencia productiva (kg/cm²ASTT) a cosecha en lado sur, en mandarino variedad Fortune, Peumo, VI Región. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher, $p \leq 0,05$). Se utilizó la carga frutal lado sur como covariable ($<0,0001$).

Distribución de calibres

Igualmente como en el ensayo anterior, se pesaron 100 frutos por árbol (500 por tratamiento en este caso), y se realizó una distribución de los calibres encontrados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentajes de los diferentes calibres en los tratamientos con 2,4-D, peso inferior a 60 gramos (A), entre 60 y 100 gramos (B) y mayor a 100 gramos (C), de un universo de 100 frutos por árbol.

Tratamientos con 2,4-D	A, < 60 g	60 ≤ B ≤ 100 g	C, > 100 g
Testigo	23,8% b	70,8% a	5,4% a
20mg•L ⁻¹	17,0% ab	76,2% a	6,8% ab
40mg•L ⁻¹	13,4% a	75,4% a	11,2% bc
60mg•L ⁻¹	11,4% a	74,8% a	13,8% c

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

En la distribución de calibres que se consigue con los tratamientos, se pudo observar claramente que los porcentajes de frutos correspondientes a los mayores a 100 gramos, aumentaron a medida que se aumentó la concentración de 2,4-D, teniendo un aumento de 255% en la concentración más alta comparada con el testigo, siendo esta diferencia significativa, en las concentraciones mayores de 2,4-D. También se observó que los frutos más pequeños, menores a 60 gramos, se encontraron en mayor proporción en el testigo, y se disminuyeron los porcentajes de éstos a medida que se veía aumentada la concentración de 2,4-D, siendo significativa esta diferencia, en las dos concentraciones

mayores. Los frutos con peso intermedio entre 60 y 100 gramos, donde se encontró la mayoría de los frutos, no obtuvieron diferencias estadísticas significativas en cuanto al porcentaje entre los diferentes tratamientos y el testigo.

Resultados similares se obtuvieron con la aplicación de 2,4-DP, en mandarina clementina Fina, en las cuales los calibres más grandes aumentaron su proporción, mientras que los más pequeños se redujeron (Almela *et al.*, 1991).

Estos últimos autores señalan que todos los frutos de la planta, con independencia del tipo de brote en el que estén situados, son afectados por el tratamiento y, al mismo tiempo, ratifica el efecto directo de la auxina de síntesis, en ausencia de aclareo o raleo de frutos.

Estudios hechos por García *et al.* (1993), en limones variedad Fino, con otra auxina de síntesis, como es el caso de 3,5,6-TPA, mostraron incrementos del tamaño de los frutos, siendo notable la diferencia entre los frutos tratados y el testigo. El incremento del calibre de los frutos en todos los casos se tradujo en un aumento de los kilogramos recolectados en la primera cosecha comercial, superando todos los tratamientos al testigo. Aunque se debe decir que en este caso, para las aplicaciones más tempranas hechas antes de la caída de diciembre, se mostró un claro efecto de aclareo (raleo) de los frutos, con disminución del número total de ellos y la producción total, con respecto a los árboles no tratados. Luego las aplicaciones de 3,5,6-TPA, hechas más tarde, después de la caída de diciembre, no presentaron ningún efecto aclarante en limón variedad Fino.

En base a estos resultados obtenidos, lo anterior se debería al efecto del aumento de la fuerza como sumidero del fruto mediante un efecto directo de las auxinas sobre los tejidos del mismo fruto (estimulación de crecimiento), como lo comprobó Guardiola (1995). También podría deberse al efecto de mayor retención inicial de frutos en los tratamientos con 2,4-D (Figura 7), y a la posterior caída de frutos con menor fuerza sumidera.

Calidad de la fruta

Tamaño de la fruta. Se confirmó también, con la muestra de los 20 frutos analizados por repetición en laboratorio (Cuadro 8), que a medida que se aumentó la concentración de 2,4-D, fue aumentando el peso promedio de los frutos, existiendo diferencias significativas con el testigo en todas las concentraciones aplicadas.

Cuadro 8. Peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de cáscara, para 20 frutos muestreados por árbol (100 por tratamiento), en mandarinas variedad Fortune, tratadas con 2,4-D, para disminuir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con 2,4-D	Peso (g)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Diámetro Polar (mm)	Grosor de cáscara (mm)
Testigo	63,93 a	49,2 a	40,6 a	2,14 a
20 mg•L ⁻¹	71,74 b	51,4 b	43,3 b	2,55 ab
40 mg•L ⁻¹	77,98 c	53,0 c	44,6 c	3,70 c
60 mg•L ⁻¹	81,34 c	53,4 c	44,6 c	3,10 bc

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas (LSD Fisher, $p \leq 0,05$).

Además del peso, al mismo tiempo aumentaron los parámetros de diámetro ecuatorial y polar, los cuales aumentaron también a medida que se aumentaron las concentraciones, obteniéndose diferencias significativas con el testigo en todos los casos. Sin embargo, en las dos concentraciones más altas 40 y 60 mg•L⁻¹ de 2,4-D, no hubo diferencias estadísticas entre los pesos y diámetros de los frutos (Cuadro 9). Vidal (2006), con concentraciones de sólo 15 mg•L⁻¹ de 3,5,6-TPA, también logró aumentar el diámetro polar y ecuatorial en mandarina clementina cv. Clemenules.

Según Agustí *et al.* (1993), la recolección de frutos con diámetros inferiores a 50mm, constituyen un costo innecesario dado que no son comercializados. En este caso sólo los frutos sin aplicación, obtuvieron menos de 50mm de diámetro ecuatorial en promedio, por lo que la auxina influyó directamente en el tamaño de la fruta.

El-Otmani *et al.* (1993), incrementaron también el tamaño de fruto en mandarinas variedad Fortune, con otra auxina de síntesis, el 2,4-DP. El incremento en el peso fue lineal con el aumento de la concentración, con un punto de saturación entre 50 y 100 mg•L⁻¹.

Con respecto al grosor de la cáscara, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el testigo y las dos mayores concentraciones. Este resultado se opone a los efectos obtenidos por Retamal (2003) quien no encontró diferencias significativas en este parámetro en naranja Tardía de Valencia, con la aplicación de 2,4-D, en concentraciones de 20 y 40 mg•L⁻¹. Sin embargo, es posible esperar cambios en el grosor de la cáscara al aplicar 2,4-D en la etapa I de crecimiento, donde se define el grosor de la cáscara²

Resultados similares a los obtenidos en este estudio, con respecto al aumento del grosor de la corteza de los frutos tratados, encontraron Agustí *et al.* (1993), utilizando otra auxina de síntesis, 3,5,6-TPA. Haciendo referencia a que en Fortune, ésta característica de engrosamiento al aplicar esta auxina, además estaría disminuyendo indirectamente el porcentaje de frutos con “picado”.

Color de la fruta. No existieron diferencias estadísticas significativas en cuanto al color medido. El color se mostró bastante parejo a través de los tratamientos (Cuadro 9).

² Tomás Fichet L. (Comunicación personal)
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2008.

Resultados semejantes encontraron Agustí *et al.* (1995), en ensayos hechos con 3,5,6-TPA, sobre la calidad de las mandarinas, donde no encontró diferencias estadísticas significativas en la coloración. Tampoco las encontraron Molina *et al.* (2001), con aplicaciones de 20 mg•L⁻¹ de 2,4-D en naranja Valencia Late. Ello indicaría que aplicaciones tempranas de 2,4-D en flores y frutos recién cuajados, no afectarían la coloración en cítricos.

Cuadro 9. Valores obtenidos para color, en cada uno de los tratamientos con 2,4-D, en mandarinas variedad Fortune, para disminuir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con 2,4D	Color
Testigo	6,65 a
20 mg•L ⁻¹	6,61 a
40 mg•L ⁻¹	7,31 a
60 mg•L ⁻¹	6,85 a

Letras iguales por columna no indican diferencias significativas (LSD Fisher, p≤ 0,05).

Cantidad y composición del jugo. En el Cuadro 10, se presentan los valores obtenidos, en los diferentes parámetros evaluados, en la composición del jugo de la fruta tratada con distintas concentraciones de 2.4-D.

Cuadro 10. Acidez, sólidos solubles, relación sólidos solubles/acidez y cantidad de jugo, para 20 frutos muestreados por árbol (100 por tratamiento), en mandarinas variedad Fortune, tratadas con 2,4-D, para reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Tratamientos con 2,4-D	Acidez (%)	Sólidos Solubles (%)	Relación SS/Acidez	Cantidad de jugo (%)
Testigo	1,41 a	10,2 a	7,22 a	49,65 a
20 mg•L ⁻¹	1,39 a	9,88 a	7,11 a	40,29 b
40 mg•L ⁻¹	1,45 a	9,80 a	6,79 a	38,49 b
60 mg•L ⁻¹	1,41 a	9,88 a	7,05 a	38,19 b

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas (LSD Fisher, p≤ 0,05).

En cuanto a la acidez, sólidos solubles y relación sólidos solubles/acidez no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 10). Esto indicaría que las concentraciones ensayadas de 2,4-D, aplicadas a flores y frutos pequeños, no harían variar estas características en mandarinas variedad Fortune. Resultados similares obtuvieron Agustí *et al.* (1993), con otra auxina de síntesis 3,5,6-TPA, donde no obtuvieron diferencias en cuanto a la acidez, ni sólidos solubles en mandarina clementina Fina.

En la cantidad de jugo, el testigo presentó diferencias significativas con respecto a todos los tratamientos con 2.4-D, estos obtuvieron menor cantidad de jugo, como se observa en el Cuadro 10.

Con respecto al menor porcentaje de jugo, obtenidos en las muestras de los tratamientos con 2,4-D, puede ser explicado, según Agustí *et al.* (1991), mediante el estudio histológico de los frutos con aplicaciones de auxinas, que revelan un mayor tamaño de los lóculos de las vesículas de zumo y de las células epidérmicas de éstas en los frutos tratados frente a los controles. Lo que da lugar, al momento de maduración, a un mayor contenido de pulpa, en valor absoluto y relativo, con independencia del tamaño que alcance el fruto. Este efecto ha sido analizado en Clementina Fina, detectando que las auxinas aumentan el peso de las vesículas de jugo en los frutos tratados, las que acumulan una mayor cantidad de materia seca (Agustí *et al.*, 1995).

Esto último fue confirmado por Retamal (2003), en naranja Tardía de Valencia, quien obtuvo un menor porcentaje de jugo, en el tratamiento con $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de 2,4-D en relación al testigo, aunque no obtuvo diferencias significativas con $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en la aplicación de la auxina.

Por otro lado, el menor porcentaje de jugo encontrado en las muestras tratadas con 2,4-D versus el testigo, se puede deber también al mayor grosor de cáscara en los frutos tratados, pues al pesar más ésta, proporcionalmente disminuye el porcentaje de jugo. Ya que en todos los cítricos, un aumento en el grosor de la cáscara determina disminución en el porcentaje de jugo³

Por lo tanto, se puede decir que la disminución obtenida en el porcentaje de jugo, con las aplicaciones de 2,4-D, se podrían explicar por un aumento en el contenido de pulpa, al aumentar las vesículas y/o al aumento en el grosor de la cáscara lo que disminuiría la proporción de jugo.

Desórdenes fisiológicos. No se observaron desórdenes fisiológicos en los frutos asociados a ninguno de los tratamientos con aplicación de 2,4-D.

³ Bruno Razeto M. (Comunicación personal)
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2008.

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos, y a la forma en como se realizaron estos ensayos se puede concluir que:

GA₃ en las concentraciones y momentos de aplicación ensayados no afectan la carga frutal, la eficiencia productiva, ni las características de la fruta a cosecha.

2,4-D no tiene un efecto raleador en las concentraciones ensayadas. Pero si induce un aumento en la eficiencia productiva. Este aumento en la eficiencia sólo se logra en la cara sur de los árboles.

A medida que se aumenta la concentración aplicada de 2,4-D, existe un aumento en el peso y tamaño de los frutos, como asimismo en el grosor de la cáscara, disminuyendo la proporción de jugo. Los demás parámetros de calidad se ven inalterados.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México. 416p.
- AGUSTÍ, M. y V. ALMELA. 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Primera Edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. 269p.
- AGUSTÍ, M., V. ALMELA, M. JUAN, M. AZNAR, S. ZARAGOZA y E. PRIMO-MILLO. 1993. Aplicación de 3,5,6-TPA para aumentar el tamaño del fruto en los agrios. *Levante Agrícola* 323: 117-122.
- AGUSTÍ, M., V. ALMELA, M. JUAN y F. MEDINA. 1995. Efectos del ácido 3,5,6 triclora-2-piridiloxiacético (3,5,6-TPA) sobre la calidad de las mandarinas. *Levante Agrícola* 331: 95-101.
- AGUSTÍ, M., J. MEHOUACHI, F. TADEO, E. PRIMO-MILLO y M. TALÓN. 2000. El uso del ácido giberélico en citricultura. *Levante Agrícola* 351:159-165.
- ALMELA, V., M. EL-OTMANI, J. PONS y M. AGUSTÍ. 1991. Aumento del tamaño final del fruto en mandarinas mediante la aplicación de 2,4-DP. *Valoración agronómica. Levante Agrícola* 310: 86-94.
- CAMELIO, X. 1995. Efecto del ácido giberélico sobre la floración y cuaja en naranjos (*Citrus sinensis* Osb.) cv. Newhall, en la zona de San Pedro, Quillota, V Región. Taller de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 74p.
- CONEVA, E and J. CLINE. 2006. Gibberellic acid inhibits flowering and reduces hand thinning of 'Redhaven' peach. *HortScience* 41: 1596-1601.
- EL-OTMANI, M., M. AGUSTÍ, M. AZNAR, and V. ALMELA. 1993. Improving the size of "Fortune" mandarin fruits by the auxin 2,4-DP. *Scientia Horticulturae* 55: 283-290.
- ESGUEP, V. 2005. 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 mandarina variedad Fortuna. Memoria de Título. Universidad de Chile. 36p.
- FUNDACIÓN CHILE. PROGRAMA DE GESTIÓN AGROPECUARIA. 2002. Cítricos, exportaciones nacionales y mercado mundial. *Agroeconómico* 34: 34-38.
- GÁMEZ, M. 2005. Mercado de los frutos cítricos 2004. ODEPA. Mercados agropecuarios. 151: 5-12
- GARCÍA, A., M. SÁNCHEZ-BAÑOS, A. ESPINOSA, M. F GARCÍA-LEGAZ y I. PORRAS. 1993. Engorde de frutos en limón fino mediante la auxina de síntesis 3,5,6-TPA. Aclareo químico, efectos sobre el tamaño y calidad del fruto. *Levante Agrícola* 327: 123-126.

GONZÁLEZ-ROSSIA, D., M. JUAN, C. REIG and M. AGUSTÍ. 2006. The inhibition of flowering by means of gibberellic acid application reduces the cost of hand thinning in japanese plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Scientia Horticulturae* 110: 319-323.

GUARDIOLA, J. 1995. Auxinas de síntesis y desarrollo del fruto. Estrategias de uso y mecanismos de acción. *Levante Agrícola* 333: 288-298.

MARIN, P. 2008. Efecto de a aplicación de 2,4 D; 2,4 DP y 3, 5, 6 TPA sobre la producción y el tamaño final del fruto, en limoneros (*Citrus limon* (L.) Burm) cv. Fino 49. *Aconex* 99: 18-22.

MOLINA, M., R. VIVES y J. DELHOM. 2001. Efectos de algunas auxinas sintéticas empleadas para el engorde de los cítricos sobre las características de los frutos. *Levante Agrícola* 354: 26-34.

PAVEZ, A. 2007. Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la producción y calidad de fruta en pomelo (*Citrus paradisi* Macf.). Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile. Facultas de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 33p.

RAZETO, B. 2006. Para entender la fruticultura. Cuarta Edición. 518p.

RETAMAL, O. 2003. Efecto de la aplicación de auxinas de síntesis, sobre producción y calibre en el fruto del naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Tardía de Valencia. Taller de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 66p.

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

SOUTHWICK, S., K. WEIS and J. YEAGER. 1995. Controlling cropping in Loadel cling peach using gibberellin. Effects on flower density, fruit distribution, fruit firmness, fruit thinning end yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120: 1087-1097.

VARELA, C. 2007. Control de la floración y carga frutal en naranjo tardío de valencia mediante aplicación de ácido giberélico y poda. Taller de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 41p.

VARGAS, A. 2007. Efecto de las aplicaciones de CaCl₂ y GA₃ sobre el desarrollo de petaca en limones var. Lisboa. Memoria de Título Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 23p.

VARGAS, F, A. 2005. Efecto de la aplicación de ácido giberélico durante el período inductivo del níspero del Japón (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv. Golden Nugget. Taller de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 60p.

VIDAL, A. 2006. Efecto de la aplicación de GA₃ y 3,5,6-TPA sobre la productividad y calidad externa en el mandarino clementino (*Citrus clementina* Blanco) cv. Clemenules. Taller de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 54p.

APÉNDICE

Apéndice I. Pruebas de contrastes para los calibres A, B, C, en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Calibre	A	B	C
Contraste concentraciones 25 mg•L ⁻¹ vs. 50 mg•L ⁻¹	0,0038	0,636	<0,0001
Contraste fechas 19/04 vs. 29/05	0,001	0,1722	<0,0001
Contraste 25 mg•L ⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L ⁻¹ en dos fechas	0,3275	0,2604	0,847

Apéndice II. Pruebas de contrastes para peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de cáscara, en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Parámetro	Peso	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	Grosor de cáscara
Contraste concentraciones 25 mg•L ⁻¹ vs. 50 mg•L ⁻¹	<0,0001	0,0001	0,0577	0,0064
Contraste fechas 19/04 vs. 29/05	<0,0001	<0,0001	0,5481	0,0013
Contraste 25 mg•L ⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L ⁻¹ en dos fechas	0,897	0,321	0,0148	0,8688

Apéndice III. Pruebas de contrastes para color, en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Parámetro	Color
Contraste concentraciones 25 mg•L ⁻¹ vs. 50 mg•L ⁻¹	0,2189
Contraste fechas 19/04 vs. 29/05	0,5336
Contraste 25 mg•L ⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L ⁻¹ en dos fechas	0,2105

Apéndice IV. Pruebas de contrastes para acidez, sólidos solubles, relación sólidos solubles/acidez y cantidad de jugo, en mandarinas variedad Fortune, sometidas a diferentes tratamientos con GA₃, para inhibir la inducción floral e indirectamente reducir la carga frutal, Peumo, VI Región.

Parámetro	Acidez	Sólidos Solubles	Relación SS/Acidez	Contenido de jugo
Contraste concentraciones 25 mg•L ⁻¹ vs. 50 mg•L ⁻¹	0,0045	0,986	0,0012	0,4935
Contraste fechas 19/04 vs. 29/05	0,0002	0,496	0,0001	0,5074
Contraste 25 mg•L ⁻¹ en dos fechas vs. 50 mg•L ⁻¹ en dos fechas	0,5546	0,3229	<0,0001	0,8029