

T. 3062

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA MANDARINA
"NOVA" A LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y
ANILLADO.**

FACULTAD DE AGRONOMIA

por

SECRETARÍA DE INVESTIGACIONES
BIBLIOTECA

Carlos María FRASCHINI BOSCH

Martín Luis LANFRANCO MUÑOZ

Montevideo
Uruguay
2002

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA MANDARINA
“NOVA” A LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBÉRELICO Y
ANILLADO.**

por

Carlos María FRASCHINI BOSCH

Martín Luis LANFRANCO MUÑOZ

Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Vegetal Intensiva)

Montevideo
Uruguay
2002

Tesis aprobada por:

Director: Héctor Arbiza _____.

Alfredo Gravina _____.

Mercedes Arias _____.

Fecha: 20 de diciembre de 2002.

Autor: Carlos María Fraschini Bosch _____.

Martín Luis Lanfranco Muñoz _____.

AGRADECIMIENTOS:

- al Ing. Agr. Héctor Arbiza, por su constante apoyo en la dirección y ejecución de este trabajo.
- al Ing. Agr. Fernando Rivas, “el tato”, por toda la ayuda brindada en la realización del ensayo.
- al Ing. Agr. Alfredo Gravina, por su colaboración y aporte de información.
- a todo el grupo de Fisiología de Citrus, en especial a Alejandra, Sebastián, Vivian y Mariana.
- al Ing. Agr. Jorge Franco, por su colaboración en la realización del análisis estadístico.
- al Ing. Agr. Alegre Sassón y su personal por permitir la realización de este ensayo en el establecimiento.

Dedicada especialmente a nuestras familias, por habernos apoyado durante todos estos años.

Lista de Figuras y Cuadros.

Página

Figuras

<i>Figura 1- Mandarina Nova</i>	4
<i>Figura 2- Alta floración de mandarina Nova</i>	6
<i>Figura 3. Tipos de brote. Vegetativo (A), Terminal (B), Mixto (C), Solitario (D), Inflorescencias (E).</i>	46
<i>Figura 4- Influencia de Cosecha 2001 y aplicación de GA₃ en la brotación.</i>	49
<i>Figura 5- Relación floración-cuajado para tres tratamientos.</i>	54
<i>Figura 6- Relación entre porcentaje de cuajado y relación fuente / fosa según tratamiento.</i>	54
<i>Figura 7- Evolución de caída de estructuras reproductivas por tipo de brote.</i>	55
<i>Figura 8- Relación entre el número de frutos por árbol y cosecha.</i>	58
<i>Figura 9- Curva de crecimiento ajustada para dos niveles de producción.</i>	59

Cuadros

<i>Cuadro 1. Rendimiento previo promedio por planta y tratamientos aplicados.</i>	44
<i>Cuadro 2- Porcentaje de brotación total según tratamiento.</i>	48
<i>Cuadro 3- Porcentaje por tipo de brote según tratamiento.</i>	51
<i>Cuadro 4- Intensidad de floración según tratamiento (flores/100nudos).</i>	52
<i>Cuadro 5- Relación fuente/fosa según tratamiento.</i>	52
<i>Cuadro 6- Porcentaje de Cuajado según tratamiento.</i>	53
<i>Cuadro 7 - Porcentaje de cuajado según fecha de evaluación.</i>	55
<i>Cuadro 8- Rendimiento en Kg/planta promedio según tratamiento.</i>	56
<i>Cuadro 9- Número de frutos promedio por árbol según tratamiento.</i>	57
<i>Cuadro 10- Calibre promedio de frutos según tratamiento(mm).</i>	59
<i>Cuadro 11- Diferencia de producción entre anillado y testigo.</i>	66
<i>Cuadro 12- Diferencia de producción entre GA₃ Primavera y testigo.</i>	66
<i>Cuadro 13- Margen bruto según tratamiento.</i>	67

Indice

	Página
Página de aprobación	I
Agradecimientos	II
Lista de Figuras y cuadros	III
1- Introducción	1
2- Revisión Bibliográfica	4
2.1- Características y comportamiento productivo de la mandarina nova	4
2.2- Fisiología de la brotación, floración y cuajado en los cítricos	7
2.2.1- Inducción floral	7
2.2.2- Brotación	9
2.2.3- Floración	10
2.2.4- Cuajado	14
2.3- Fitoreguladores	20
2.3.1- Reguladores del crecimiento	20
2.3.2- Giberelinas	20
2.3.2.1- Efectos que causan las giberelinas	20
2.3.2.1.1- Control de la floración.	20
2.3.2.1.2- Control del Cuajado.	24
2.3.2.1.3- Estimulo del desarrollo vegetativo.	28
2.3.2.2- Absorción de GA ₃ y eficiencia de la aplicación.	29
2.3.2.3- Consideraciones de aplicación, momento y dosis.	29
2.3.2.3.1- Aplicaciones para el control de la brotación y floración.	30
2.3.2.3.2- Aplicaciones para estímulo del cuajado.	31
2.4- Anillado	33
2.4.1- Generalidades	33
2.4.2- Fisiología	33
2.4.3- Respuesta y efectos en los árboles	35
2.4.4- Momento en que se realiza	38
2.4.5- Combinación de anillado y aplicación de giberelinas.	40
3- Materiales y métodos	42
3.1- Material vegetal y manejo del monte.	42
3.2- Diseño de los experimentos	43
3.2.2- Tratamientos	43
3.2.2.1- Aplicación de GA ₃	45
3.2.2.2- Anillado	45
3.2.3- Estudio del cuajado por tipo de brote.	46
3.2.4- Análisis estadístico.	46
3.2.4.1- Variables medidas.	46
3.2.4.2- Modelos de análisis.	47
3.2.5- Análisis económico	47

4- Resultados	48
4.1- Aplicación de Giberelina invernal.	48
4.1.1- Efecto en la brotación.	48
4.1.1.1- Porcentaje de brotación total.	48
4.1.2- Distribución de la brotación por tipo de brote.	49
4.1.2.1- Brotes Vegetativos y de Flor Terminal.	49
4.1.2.3- Flores Solitarias.	50
4.1.2.4- Brotes Mixtos.	50
4.1.2.5- Inflorescencias.	50
4.1.2.6- Cuadro resumen.	51
4.1.3- Efecto en la floración	51
4.1.3.1- Flores cada 100 nudos.	51
4.1.4- Efecto en la relación fuente /fosa.	52
4.1.4.1- Relación fuente / fosa.	52
4.2- Efecto de la aplicación de Giberelina en primavera y anillado.	53
4.2.3- Cuajado	53
4.2.3.1- Cuajado por tipo de brote.	55
4.2.4- Rendimiento	56
4.2.4.1- Kg de fruta promedio por árbol.	56
4.2.4.2- Número de frutos promedio por tratamiento.	57
4.2.4.3- Calibre de la fruta.	58
5- Discusión	60
5.1- Efecto del GA₃ invernal y la producción del año anterior.	60
5.2- Efecto de GA₃ en primavera y anillado en la producción.	62
5.2.1- cuajado	62
5.2.2- rendimiento	64
5.3- Análisis económico.	66
6- Conclusiones	68
7- Resumen	69
7.1- Summary	70
8- Bibliografía	71
9- Anexos	76

1- Introducción

Desde principios de la década del 80, la industria citrícola en Uruguay ha tenido un importante crecimiento en lo que respecta a número de plantas, producción y exportación, verificándose un mayor incremento en los rendimientos y particularmente en los porcentajes de fruta exportable. La superficie cultivada de acuerdo con el Censo Nacional Citrícola de 1996 alcanza las 20.700 has. divididas en dos zonas principales, de las cuales 17.700 corresponden a la zona NorOeste del País, ubicadas en los departamentos de Salto Paysandú y Río Negro. Las 3.000 restantes se concentran en la zona Sur, en los departamentos de San José, Canelones y Montevideo.

Las naranjas son el grupo mas importante, principalmente Valencia y W. Navel; seguido por las mandarinas e híbridos en orden de importancia, de las cuales la mandarina Satsuma y el tangor Ellendale presentan los mayores volúmenes de exportación. Luego se encuentran los limones y los pomelos blanco y rojo. En los últimos años, los productores han introducido nuevas variedades para satisfacer las necesidades de los principales mercados y extender el periodo de oferta. La mayoría de estas variedades pertenecen a el grupo de las mandarinas e híbridos, en especial cultivares de maduración temprana e intermedia (CHNPC, 1997).

En 1997 la producción fue de 316 mil toneladas, de las cuales 123 mil se destinaron a la exportación de fruta fresca, 80 mil fueron procesadas y 113 mil toneladas fueron consumo interno y pérdidas (CHNPC, 1997). El consumo en fresco en el mercado interno se estima entre 24 y 25 Kgs. por habitante, por lo que se estima en 77 a 80 mil toneladas según el año; el resto es fruta que por diversos motivos no es recibida por la industria y se termina perdiendo.

En Uruguay la producción de citrus está orientada a fruta fresca para la exportación en contra estación con el Hemisferio Norte. El principal destino es la Unión Europea (60%), seguido de Europa del Este (31,5%) y luego el MERCOSUR, Canadá,

Países Árabes y Lejano Oriente (CHNPC, 1997). La industrialización es un complemento sólo para algunas especies, en las cuales en los últimos años el precio recibido por el productor le ha permitido recuperar apenas los gastos de cosecha. En esto se diferencia principalmente de la producción en Brasil y en parte también de la de Argentina, donde una gran parte de la producción es comercializada y la demanda interna es alta (Codina, 1998).

La variedad de mandarina “Nova” (*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. X (*Citrus paradisi* Macf. X *Citrus tangerina* Hort. ex Tan)) fue obtenida en Orlando, Florida (EE.UU.), en 1942 por Gardner, F. C. y Bellows, J. (Saunt, J. 2000).

Aunque oficialmente fueron descubiertas en 1964, un tiempo antes se realizaron plantaciones comerciales en Florida “EEUU” (Saunt, J. 2000).

Ésta variedad puede clasificarse dentro del tipo de variedades improductivas, para las condiciones de nuestro país (Arbiza, com. pers.). Este tipo de comportamiento se caracteriza por presentar exceso de flores, como consecuencia de cosechas reducidas. La ausencia de frutos es la causa de una falta de control de floración, y el exceso de flores se traduce en una reducción de la cosecha que reinicia el ciclo. En estos casos, la intensidad de la competencia entre flores es responsable del número de las que inician el desarrollo, así como del tamaño final del fruto (Agustí, 1998).

Variedades con este tipo de comportamiento (alta floración y bajo cuajado), deben manejarse para lograr rendimientos biológicos y económicos adecuados. Como antecedentes a nivel nacional Borsani et.al (1991) analizaron el efecto de aplicaciones de ácido giberélico en la variedad *Ellendale* en tres fechas y tres dosis, logrando modificaciones en el patrón de floración y cuajado, y aumentos en el rendimiento. También Arias et.al. (1995) en *Ellendale* comprueban que aplicaciones de ácido giberélico reducen la intensidad de floración, y el anillado en primavera independientemente de la aplicación de giberelina aumentan los rendimientos y el calibre de frutos. Gravina et.al. (1994) en *Ellendale* encontraron que tratamientos de

ácido giberélico, ácido giberélico mas anillado y anillado solo, se diferencian con el testigo dando mayores rendimientos. A su vez Gravina *et.al.* 1998 en *Ellendale* comprobaron que el anillado realizado durante la caída de pétalos y 30 días después, logra un incremento significativo del cuajado con respecto al control, alcanzando el 2.6 y 2.7% con respecto al testigo menor a 2%. También Rivas *et.al.* (2001) comprueban que el anillado en “Nova” mejora satisfactoriamente los rendimientos finales.

Un aumento en la intensidad de floración produce una redistribución de los tipos de brotes con la consecuente disminución de la calidad de la flor y su probabilidad de cuajado, esto sumado al incremento del número de flores y al aumento de la competencia por metabolitos provoca una caída masiva de flores, Valores altos de floración reducen de forma significativa el número de frutos e incrementan el peso medio de los mismos (Rivas, 2001). -

Como objetivo del presente trabajo se planteó evaluar la respuesta de árboles jóvenes de mandarina Nova a diferentes métodos de control de la floración y mejora del cuajado y productividad de este híbrido.

2- Revisión Bibliográfica

2.1- Características y comportamiento productivo de la mandarina nova

Árbol de porte mediano, vigoroso y de hojas claras. Presenta polinización cruzada, especialmente con las mandarinas clementinas, lo que provoca la aparición de algunas semillas en el fruto. Este es de tamaño superior al de la “Clemenules”, aplanado de color intenso. Corteza fina, compacta y fuertemente adherida que dificulta su pelado. Rico en zumo, de sabor ligeramente ácido (Agustí, 2000).

Según Saunt (2000), la calidad interna de Nova es extremadamente alta, su color es naranja fuerte, sus gajos son muy jugosos y delicados, con un sabor dulce adecuado, similar al de las Clementinas. Los niveles de ácido son moderados y los de azúcares son elevados, resultando en un ratio favorable (relación SST / ácido).

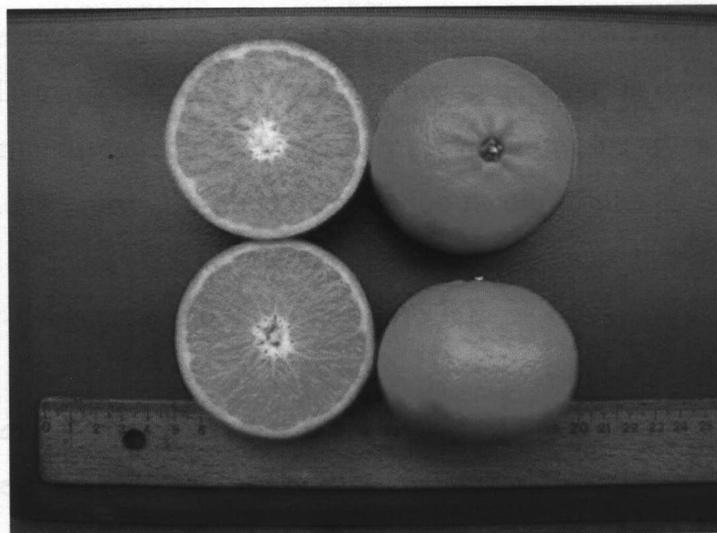


Figura 1- Mandarina Nova

Arias, et al.(1996), realizaron un estudio en la zona Norte y Sur del País, registrando la brotación de primavera a principios de Septiembre en el 93 y 94, mientras que la floración comenzó a fines de Septiembre. El período de floración, con un máximo de estructuras reproductivas contadas, se produjo entre el 23 de Septiembre y el 3 de Octubre, en los dos años. ~
3/10
10

Guardiola (1992), hace una clasificación de los cultivares de acuerdo a su ciclo de producción, en el cual, la mandarina Nova, se encontraría dentro de los cultivares partenocarpicos de tipo improductivo. Este comportamiento se da en cultivares partenocarpicos que presentan floraciones excesivas y a consecuencia de la competencia durante la fructificación, el cuajado es muy bajo, lo que determina producciones muy bajas, entrando así en ciclos improductivos. -

Como resultado de una floraciones excesivas, los ciclos improductivos pueden aparecer en cultivares partenocarpicos. Esta situación resulta en un bajo cuajado que posteriormente resulta en varias brotaciones de verano y el aumento en las reservas de carbohidratos. El alto nº de yemas disponibles llevan a una débil inhibición de la floración dada por los pocos frutos existentes, que determina una intensa floración en la primavera siguiente. El proceso se repite y los árboles pueden entrar en un ciclo de improductividad. La reducción de la floración por aplicación de ácido giberelico a principios de invierno pueden romper ese ciclo y provocar que los árboles entren en un hábito de producción regular. Un nivel de floración medio resulta en una producción media y permite la formación de suficientes yemas como para asegurar una intensidad media de floración el siguiente año (Guardiola, 1997a).

→ Guardiola *et.al.*(1982), señalan que para obtener una adecuada cosecha de frutos, el rango óptimo de floración varía entre 20 y 70 flores / 100 nudos. En este sentido Arias *et.al.* (1996), encontraron valores de floración en Nova de 200 a 297 flores / 100 nudos, concluyendo que esta variedad puede considerarse como de alta floración. ←

→ Debido a la baja tasa de crecimiento, los frutos con inflorescencias sin hojas no permanecen en el árbol, siendo los niveles de abscisión directamente proporcionales a los niveles de floración (Lovatt *et.al.*, 1984 citado por Arias *et.al.* 1996). Esto es lo que sucede en mandarina Nova con niveles de inflorescencias de hasta 66 por ciento (Arias *et.al.* 1996)←

El proceso de formación de la flor comienza con la inducción de las yemas. Para las condiciones de Uruguay, el comportamiento de Nova muestra altas brotaciones e intensidades de floración similares a los reportados para los tangores Ortanique y Ellendalle en el sur del país (Borsani, *et.al.*, 1992; Arias, *et.al.*, 1996). Esta alta floración y una desbalanceada distribución de la relación hoja / flor, determina una baja persistencia del fruto y una abscisión masiva inmediatamente luego de floración, que reduce el potencial productivo de este cultivar (Arias, *et.al.*, 1996).—



Figura 2- Alta floración de mandarina Nova

2.2- Fisiología de la brotación, floración y cuajado en los cítricos.

2.2.1- Inducción floral

El proceso de formación de la flor comienza con la inducción de las yemas, las cuales son inicialmente vegetativas. Se ha determinado que la inducción floral (periodo de tiempo durante el cual factores bioquímicos inducen un cambio de yema vegetativa a yema floral) normalmente ocurre durante el periodo de dormancia invernal, (Kretdom, 1986). Según Davenport (1986), el proceso de inducción se define como el mecanismo de activación o desrepresión de cada yema, que interactuando con las condiciones ambientales y factores endógenos, lleva a las células meristemáticas a formar estructuras específicas tales como inflorescencias o brotes vegetativos.

→ Este evento ocurre generalmente en respuesta a un estímulo ambiental y resulta, inmediatamente o un tiempo después, en una transición desde la síntesis de proteínas dirigidas al crecimiento vegetativo hacia la síntesis de proteínas responsables del desarrollo de las estructuras florales (Davenport, 1986).

Guardiola (1997a), define a la inducción como desencadenamiento del proceso de floración por factores ambientales resultantes en un cambio en los patrones de desarrollo de la yema que la convertirán en una flor.

→ Las bajas temperaturas invernales son prerequisite indispensable y factor determinante de la inducción floral en los climas templados, con independencia de la duración del día (Agustí, 2000).

→ Para las condiciones de nuestro país, las bajas temperaturas otoñales e invernales, son el factor externo desencadenante del proceso de inducción, presentándose por lo general una sola floración al año, a excepción del limonero.- Es posible también la

ocurrencia de floraciones en el verano, luego de un período de sequía, particularmente en cultivos sin riego y con baja carga de fruta (Gravina, 1999).

— La aplicación de GA₃ durante el periodo de inducción floral inhibe la floración, aumentando la proporción de brotes vegetativos (Delhom y Primo Millo, 1989). Giberelinas endógenas o aplicadas, si se encuentran presentes en cantidades suficientes, durante el periodo crucial de inducción (Noviembre a Enero en el H.N.) inhiben la formación de flores (Monselise, 1978).—

En general se acepta que el reposo vegetativo constituye el periodo de mayor sensibilidad de los agrios a los procesos de inducción floral. Sin embargo, experimentos de defoliación, de aplicación de GA₃ y de rayado de ramas, han demostrado la existencia de otras épocas de sensibilidad a la inhibición de la floración muy alejadas de dicho período de reposo. La presencia de hojas también se ha relacionado con la capacidad de la planta para florecer, sin embargo, estaquillas defoliadas pueden ser inducidas a florecer someténdolas a estrés hídrico, lo que compromete al papel de las hojas en el proceso de inducción floral. Las bajas temperaturas tienen un efecto inductivo que es percibido por las propias yemas. Las temperaturas efectivas son mayores (10-20°C) que las requeridas para romper la dormancia en árboles de hoja caduca (García-Luis 1992, citado por Agustí, 2000).

Temperaturas inferiores, en el rango de 0-4°C, no indujeron la floración e inhibieron la formación de flores en yemas inducidas (Guardiola, 1997). La diversidad de factores exógenos que influyen sobre la floración, y su interacción, confirma la complejidad del proceso e ilustra la dificultad de su estudio (Agustí, 2000).

2.2.2- Brotación

→ Los factores que determinan la brotación no son muy bien conocidos. No parecen existir requerimientos de frío y las yemas brotan en cualquier época del año cuando las temperaturas del suelo superan los 12°C, con independencia de la del aire. ←

La mayor parte de la brotación de primavera, cuya importancia es obvia, al ser la que desarrolla flores útiles, se origina sobre ramas del año anterior; ocasionalmente existe desarrollo de yemas adventicias de mayor edad. Cada nudo cuando brota, desarrolla (o puede hacerlo) más de un brote, en correspondencia con su propia estructura en la que son visibles varias yemas (Agustí, 2000).

→ Bajo condiciones de clima subtropical la mayor parte de los cultivares de citrus presentan tres periodos de brotación. El más importante ocurre a fines de invierno principios de primavera (brotación de primavera). Los otros dos ocurren al final de la caída de diciembre (brotación de verano) y en otoño (brotación de otoño). En la mayoría de los casos, solo se producen brotes vegetativos en las brotaciones de verano y otoño. Las inflorescencias se desarrollan en la brotación de primavera como una respuesta a las bajas temperaturas del invierno (Guardiola, 1997a). ←

En términos generales, el inicio de la brotación en “Nova” en Uruguay ocurre a fines del mes de agosto, con dos semanas de adelanto en la zona norte, con respecto a la zona sur. Aunque estudios realizados en la mandarina Clementina de Nules y en los híbridos Nova y Ellendale, indican variaciones entre cultivares y entre años. La intensidad de la brotación de primavera, se encuentra relacionada con el genotipo; en el limonero, especie con marcada dominancia apical, es menor, mientras que el grupo de las mandarinas e híbridos, con baja dominancia apical, se caracteriza por un mayor número de yemas brotadas en cada flujo (Gravina, 1999). ←

En la brotación, la absorción de minerales puede estar limitada por la temperatura del suelo, y el desarrollo inicial de los brotes debe realizarse a partir de las reservas del árbol. En este momento la disponibilidad de nutrientes puede ser un factor limitante para el desarrollo de los nuevos brotes. Por otro lado, la acumulación de reservas en hojas indica que hasta floración, la acumulación de carbono fotosintético es mayor que la limitante para la brotación. Sin embargo, los bajos niveles de carbohidratos al final de la caída de frutos demuestra que el consumo durante este periodo es mayor que la adquisición, y la limitante puede ser el abastecimiento de carbohidratos (Guardiola, 1997b).

→ Al producirse la brotación los citrus generan diferentes tipos de brotes que pueden clasificarse en cinco tipos: vegetativos, mixtos uniflorales, mixtos multiflorales, flores solitarias, e inflorescencias sin hojas (Moss 1969). ←
Gravina 1999.

2.2.3- Floración

Las flores de Citrus son en general completas, presentando gametos funcionales, salvo excepciones, como es el caso de la lima "Persa" (*C. latifolia* Tan.), naranja "W. Navel" (*C. sinensis* L.Osb.) y mandarina "Satsuma" (*C. unshiu* Marc.). La incapacidad de la planta para producir polen funcional o sacos embrionarios con oosferas que puedan ser fecundadas, se designa con el nombre de esterilidad gamética, masculina en el primer caso y femenina en el segundo. La esterilidad gamética suele tener origen genético, aunque también ciertas condiciones ambientales pueden dificultar el desarrollo de los órganos reproductores (González-Sicilia, 1960). Según Gravina (1999), de acuerdo a las condiciones nutricionales, hídricas y hormonales en que se desarrollan las flores, pueden encontrarse flores estaminadas o de pequeño tamaño, las

que son consideradas de baja calidad, ya que tienen menor probabilidad de reiniciar el crecimiento del ovario y transformarse en frutos.

→ Las flores tienden a formarse en madera de un año de edad y debido a que la fruta inhibe más la formación de brotes florales que de vegetativos, existen lugares más adecuados para la futura formación de flores. Durante años de baja producción, la inducción y formación de flores es menos afectada por los inhibidores de la fruta, y por esto abundan los brotes florales mientras que la formación de brotes vegetativos es apenas reducida. Luego de un cuajado alto, el crecimiento vegetativo es restringido, lo que resulta en una reducción de lugares favorables para la formación de flores (Moss, 1981).

→ Las flores formadas a partir de brotes mixtos o terminales (brotes con hojas) son de mayor tamaño que flores de brotes sin hojas pertenecientes al mismo árbol. Esta diferencia puede deberse a que las hojas de los brotes mixtos exportan carbohidratos. Cuando se realizan comparaciones entre árboles, el tamaño del ovario en la antésis está relacionado inversamente a la intensidad de floración (Guardiola et al. 1984, citado por Guardiola, 1997b).

En la mayor parte de los cultivares en España, la cosecha es independiente de la floración. Sólo en algunos casos existe una dependencia positiva entre ambos parámetros (variedades veceras) o una dependencia negativa. Este último extremo suele ser frecuente en parcelas improductivas de variedades comercialmente muy apreciadas, como es el caso de Navelate y W. Navel, entre otras. La falta de productividad es la causa de floraciones excesivas y éstas a su vez de cuajados deficientes y producciones bajas, y así sucesivamente. En esos casos, por tanto, es imprescindible reducir la floración para eliminar la competencia entre frutitos en desarrollo y promover el cuajado; cuando la productividad aumenta ello es suficiente para mantener la floración en los niveles de independencia cosecha-floración y la cosecha depende de las técnicas de cultivo (Agustí, 1987; Guardiola, 1980).

→ Moss (1981), trabajando en Valencia, observa que la presencia de flores es menor cuando la carga es alta, en comparación con árboles de baja carga. Por otro lado los brotes que poseen frutos producen pocas o ninguna flor en la primavera, a su vez los pocos brotes florales que forman tienden a ser sin hojas, los cuales cuajan menos. El número de brotes vegetativos es menos afectado por la presencia de frutos.

→ Se ha señalado repetidamente una relación inversa entre el número de frutos cosechados y su tamaño individual, pero dicha relación no es lineal y el peso del fruto solo está determinado por su número cuando este es inferior a un determinado nivel, distinto según la variedad. Por encima del mismo, el tamaño del fruto alcanza un límite y no depende del número de los cosechados, lo que algunos autores han atribuido, sin más, al potencial genético de la especie (Monselise, 1997, citado por Agustí, 1999). La reducción del número de frutos puede ser utilizada como técnica para aumentar su tamaño, aunque ello lleva implícita la reducción de cosecha (Agustí, 1999).

Sin embargo, aún en la zona de mayor dependencia la correlación normalmente encontrada entre ambos parámetros es baja y raramente explica más del 50% de la variabilidad total en el tamaño del fruto. Ello, unido a la forma de la curva impide explicar el tamaño final como simple competencia entre frutos en desarrollo. La correlación más estrecha encontrada entre el número de flores y el peso final del fruto (Guardiola et al., 1982) puede dar una mejor explicación a este proceso (Agustí, 1999). De hecho, en el momento de la antesis, los ovarios procedentes de plantas de alto nivel de floración ya son más pequeños que los procedentes de plantas con menor nivel de floración. Además, estos últimos presentan una mayor velocidad de crecimiento. Esta mayor influencia del número de flores indica que la determinación del tamaño del fruto queda establecida durante las fases iniciales de su desarrollo, y que una vez completada la caída fisiológica, la competencia entre frutos tiene una influencia muy reducida en su crecimiento (Agustí, 1999).

→ También Moss (1971), estudiando el efecto de la floración sobre la alternancia en ramas que el año anterior habían tenido frutas y en ramas que no, observó que el tipo

de brote de las ramas sin fruta tienden a ser mixtos e inflorescencias en igual proporción, mientras que en las ramas con frutos los pocos brotes que se formaron tienden a ser sin hojas. La evidencia sugiere fuertemente que la causa de la alternancia es la inhibición de la formación de flores en las ramas con frutas, y no hay evidencia de un efecto directo de la fruta de la cosecha anterior en el cuajado. (Moss, 1971) ←

→ Con respecto a como influye la floración en el tamaño del fruto Guardiola (1997a) explica que, existen dos factores fundamentales relacionados a la floración que afectan el tamaño del fruto, el primero es un incremento en el número de flores que resulta en la formación de flores más chicas, ya que el tamaño final del fruto está relacionado con el tamaño del ovario en la antéesis, se dan frutos más pequeños, y el segundo es que los primordios en desarrollo compiten por metabolitos y una intensa competencia temprano en el desarrollo puede incidir en el crecimiento posterior del fruto. A su vez este autor dice que un incremento significativo en el tamaño del fruto puede obtenerse en algunos cultivares reduciendo el número de flores y esta reducción aumenta el tamaño de la flor e incluso el tamaño de las hojas de la inflorescencias ←

→ En antéesis, para plantas en condiciones idénticas existe una relación negativa entre el peso individual de las flores y la intensidad de floración. El mayor desarrollo de los ovarios en las plantas que florecen menos, se debe al mayor número de filas de células presentes en su corteza y en menor grado al mayor tamaño de las mismas. Ello indica que el tamaño final del fruto está determinado desde el crecimiento inicial del ovario y que la competencia entre flores lo afecta negativamente. Una vez superada la caída fisiológica de diciembre la competencia entre frutos en desarrollo tiene una influencia mínima en el tamaño final de frutos; y así se explica que el raleo de frutos no consiga tener efecto estimulante sobre su desarrollo, a pesar de que su peso medio puede ser superior como consecuencia de haber eliminado, selectivamente, los más pequeños. La estrecha dependencia de la cosecha con el número de frutos recolectados añade nuevos inconvenientes a esta técnica ya que aquella será invariablemente, más baja (Agustí, 1985) ←

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
CONSERVACION Y
BIBLIOTECA

A su vez Moss (1971), estudiando el efecto de la alternancia, observó que la densidad de frutos está relacionada con la densidad de flores en una función logarítmica, y que la cantidad de frutos no presentan correlación significativa con el rendimiento anterior.

→ Los ciclos improductivos pueden aparecer en cultivares partenocarpicos como resultado de una floración excesiva. Esta situación resulta en un bajo cuajado que posteriormente resulta en varias brotaciones de verano y el aumento en las reservas de carbohidratos. El alto número de yemas disponibles lleva a una débil inhibición de la floración dado los pocos frutos existentes, que determina una intensa floración en la primavera siguiente. El proceso se repite y los árboles pueden entrar en un ciclo de improductividad (Guardiola, 1997a).←

2.2.4- Cuajado

Los agrios son plantas que florecen con profusión produciendo un número de flores muy superior al de frutos que la planta es capaz de mantener hasta que alcance su maduración. Por ello, después de la antésis de las flores, y sobre todo a partir del momento que se produce la caída de pétalos, ocurre una caída masiva de ovarios.→ Posteriormente, durante un periodo que se prolonga hasta finales de junio o principios de julio (H.N.) y que coincide con un rápido desarrollo de los frutos, continúa produciéndose intensas caídas de éstos. Durante este período se observan en los árboles unos frutos que crecen con mas rapidez, conservando su color verde oscuro y brillante, mientras que otros lo hacen mas lentamente o detienen su desarrollo adquiriendo un color amarillento sin brillo. Estos últimos se desprenden del árbol al cabo de poco tiempo, mientras que los primeros, en su mayoría, prosiguen su desarrollo hasta alcanzar la madurez. Este proceso que se conoce por el nombre de cuajado del fruto, constituye un factor limitante de la productividad y parece regularse por efectos inhibidores competitivos entre los órganos vegetativos y florales, o entre estos últimos entre sí. La posición del fruto en la rama o en la inflorescencia, tienen

por tanto una influencia importante en su probabilidad de cuajado (Delhom y Primo Millo, 1989).

→ Davies (1997), estudiando la caída de frutos en los cítricos explicita que las causas de la caída puede deberse a varios factores; polinización inadecuada, estrés térmico e hídrico, niveles inadecuados de nitrógeno, y abscisión natural probablemente regulada por desbalances hormonales en el fruto.←

Guardiola (1997a), observa que en algunos casos la cantidad de fruta cuajada es bastante menor a la capacidad de carga del árbol, y un aumento en el rendimiento puede obtenerse por un aumento en el cuajado. Pudiéndose lograr estos aumentos del cuajado en cultivares reportados con partenocarpia débil como Nova y Clementina fina que cuajan fácilmente frutos sin semilla en España.

↪ Guardiola (1997b), estudiando los factores nutricionales que afectan el cuajado observó que, la abscisión de primordios de fruto comienza poco después de la apertura de la flor y puede continuar por 10 semanas.←

→ Moss (1971), estudiando el cuajado en Valencia observa que las inflorescencias con hojas cuajan mas que las inflorescencias sin hojas, y esto podría explicarse debido a la dirección que toman los fotosintatos y no tanto al aporte total de estas hojas como el factor importante.←

→ Talón *et.al.* (2000) sostiene que el cuajado del fruto se ve reducido o incrementado de un modo paralelo a la disminución o aumento de la disponibilidad de carbono. También se muestra que los suplementos de fuente de carbono tales como carbohidratos incrementan el cuajado y la cosecha final, demostrando el papel crucial de los carbohidratos en la abscisión de los frutos en desarrollo.←

Este mismo autor explica que las giberelinas no se encuentra directamente implicadas en el control de la abscisión de frutos en desarrollo inducida por la escasez

de carbono. Los resultados muestran una falta de correlación entre el contenido de GA1 y la abscisión de los frutos, idea apoyada por la escasa efectividad de la aplicación exógena de GA₃ para disminuir la caída de frutos. En comparación, los resultados identifican al ABA y al ACC como señales reguladoras del mecanismo de abscisión de los frutos inducido por la escasez de carbohidratos. La conexión entre los niveles nutricionales bajos y las consiguientes señales hormonales es probablemente un componente fundamental del mecanismo interno regulador que ajusta la carga de frutos con la disponibilidad de carbono (TALOW et al (2000)).

La sobrevivencia de los frutos durante el “june drop” parece estar determinada por la capacidad del árbol de aportar metabolitos, como lo indica la tasa constante de uso de materia seca en la fructificación, independientemente del número de flores presentes inicialmente. Un incremento en la tasa de crecimiento de los frutos en desarrollo es acompañada por una reducción en el número durante la abscisión, por esto el producto entre estos dos parámetros permanece constante (Guardiola, 1988).

A su vez, Moss (1974) explica que el proceso de fructificación en los cítricos parece tener una acción inhibitoria competitiva. Hasta que los frutos alcanzan unos 4cm de diámetro están expuestos a su caída, si no pueden mantener una tasa de crecimiento mínima o si el mecanismo de abscisión es estimulado por aumento artificial del nivel de etileno endógeno.

La presencia de hojas en el brote estimula el desarrollo del fruto a través de una mayor velocidad de crecimiento, apareciendo las primeras diferencias en el momento del cuajado y aumentando con el tiempo hasta la recolección (Agustí, 1999).

En el proceso del desarrollo del fruto, las hojas jóvenes adquieren un papel esencial como fuente de productos fotosintéticos, sobre todo carbohidratos. Sin embargo, durante un mes, aproximadamente, después de la anthesis, actúan como órganos competidores de los frutos ya que mientras crecen actúan como sumideros y

solo en su transición a hojas maduras alcanzan, paralelamente, su papel de fuente de carbohidratos (Moss et al., 1972, citado por Agustí, 1999).

→ Tanto el cuajado como el tamaño final del fruto es generalmente mayor en ovarios y frutos pertenecientes a inflorescencias con hojas que las que pertenecen a inflorescencias sin hojas. Indicando la posibilidad que las hojas jóvenes de las inflorescencias tengan una eficiencia fotosintética mayor durante el periodo inicial del crecimiento del fruto, permitiendo un mayor aporte de carbohidratos a los ovarios que sustentan (Miller y Hofman 1988; Guardiola 1997b).

→ Miller y Hofman (1988), explican que el cuajado en los diferentes tipos de brotes presentan diferencias en el tiempo y en la tasa de desarrollo. Cuanto mayor es la relación hoja-flor en una inflorescencia, se retrasa el desarrollo de las flores y aumentan las probabilidades de cuajado. También Hofman (1988), en ensayos realizados en naranja Valencia observó que las inflorescencias con hojas alcanzaron plena floración aproximadamente siete días luego que las inflorescencias sin hojas, sin encontrar diferencias significativas en las concentraciones de GA y ABA entre los dos tipos de brotes.

→ La tasa de caída de frutos es rápida a partir de plena floración, pero ésta depende del tipo de brote. La abscisión en inflorescencias sin hojas presenta una tasa inicial de caída mayor, con muy poca variación en el porcentaje de retención luego de los 50 días, presentando un porcentaje de cuajado de 1,2%. En contraposición, los frutitos con hojas presentaron mayor retención, con un porcentaje de cuajado luego de 77 días de 12,7%, representando un 70% de los frutos remanentes en ese momento, mientras que en plena floración solo el 20% pertenecía a inflorescencias con hojas (Hofman, 1988).

→ Otra prueba de la importancia de los fenómenos de competencia en el cuajado, la aporta el diferente porcentaje de cuajado según el tipo de brote. Este porcentaje es mayor en los brotes con hojas, que aportan un 75-80% de los frutos, aproximadamente,

a la cosecha. Un aspecto de interés, lo constituye el seguimiento de la evolución de los diferentes tipos de brote. En efecto, en la mayor parte de los brotes multiflorales, con y sin hojas, solamente una flor acaba siendo fruto maduro; particularmente importante es este fenómeno en el caso de las inflorescencias en los que de cerca del 20% de los inicialmente formados que dan lugar a frutos, solamente el 3,9% se mantienen funcionales, mientras que el resto (80%) da un solo fruto y se computa, finalmente, junto con los procedentes de flor solitaria que, lógicamente aumentan. Algo similar ocurre con los brotes mixtos. Pero siempre se mantienen dos aspectos claves: 1) los brotes con hojas cuajan en mayor proporción, 80,4% frente al 21,6% de los brotes sin hojas; 2) los brotes uniflorales aportan mayor porcentaje de frutos a la cosecha, 56,8% frente a 27,4% de los brotes multiflorales. La presencia de hojas, por una parte, y el número de flores, por otra, son determinantes del cuajado y la cosecha final (Agustí, 1998). ←

Moss (1971), estudiando la alternancia en Naranja Valencia observó que, el cuajado está relacionado con la densidad de floración, la cual en cambio está relacionada con la cosecha anterior (más probablemente con la densidad de fruta de la cosecha anterior); sin embargo, el rendimiento anterior no tiene un efecto directo significativo en el cuajado.

→ Con la reducción de la floración aumenta el cuajado inicial, es decir, el número de ovarios que inician el desarrollo como frutos, y el cuajado final o porcentaje de flores que acaban dando lugar a un fruto maduro. El número de frutos cosechados, por tanto, también aumenta (Agustí et al., 1982; Gravina et al., 1997). ↵

También Guardiola (1997b), en un estudio de la competencia de carbohidratos en la determinación del cuajado observó que el número final de frutos no está relacionado con el número de primordios de fruta y que el porcentaje de fruta cuajada disminuye con el aumento de la floración.

El cuajado se ha relacionado con la temperatura, pero al igual que para otras fases del desarrollo, es difícil establecer el efecto que la misma tiene “per se” sobre el cuajado, salvo para valores extremos. Temperaturas entre 15 y 20 °C se muestran como favorables, mientras que temperaturas inferiores a 13 °C dificultan el desarrollo del tubo polínico (Agustí, 2000): Altas temperaturas en el periodo de división celular puede provocar abscisión masiva de frutos o defectos permanentes que causan reducción de la tasa de crecimiento a lo largo del ciclo de desarrollo (Agustí, 1999).

Por otra parte, se ha establecido una correlación negativa entre la temperatura máxima diaria y la cosecha para el período entre mediados de mayo y finales de junio (H.N). Esta relación indica un incremento en la caída de frutos en desarrollo como consecuencia de la elevación térmica, pero los cambios bruscos de temperatura son tan importantes o más en la promoción de la abscisión. La temperatura del suelo es menos importante en este proceso. En relación a las bajas temperaturas, no se han detectado efectos negativos sobre el proceso de cuajado en condiciones de campo. Ello se debe a que este tiene lugar en un período relativamente prolongado y es difícil que, en la época del año en que tiene lugar, se den bajas temperaturas con una duración tal que afecte al proceso. La humedad relativa y del suelo juegan, también, un papel notable en el cuajado. Humedades relativas bajas, particularmente si se hallan acompañadas de altas temperaturas, promueven la caída de frutos en desarrollo (mayo-junio, H.N). En general, cuando la transpiración es muy elevada, si el estado hídrico de la planta no puede ser repuesto con facilidad, se origina un incremento de la abscisión fisiológica de frutos que acarrea una pérdida de cosecha. Por lo tanto el riego en esta época se convierte en una práctica de manejo de gran importancia. Los factores endógenos más relevantes son aquellos relacionados con la capacidad de fecundación o de partenocarpia natural de las diferentes especies y variedades (características genéticas), y con aspectos nutricionales, derivados en gran medida de los fenómenos de competencia. (Agustí, M. 2000).

2.3- Fitoreguladores

2.3.1- Reguladores del crecimiento

Ciertos productos químicos, extraíbles de tejidos vegetales, causan desviaciones significativas en el crecimiento y desarrollo cuando se aplican a toda la planta en cantidades relativamente pequeñas. Estos son los reguladores de crecimiento naturales o endógenos. Se reconocen cinco grupos de sustancias: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. Pueden definirse los reguladores del crecimiento de plantas como sustancias capaces de regular puntos clave en el sistema de una planta viva de tal modo que se modifique el curso natural del desarrollo (Moss, 1975).

El uso de reguladores de crecimiento se ha aceptado como una manera de aportar a la planta reguladores que son necesarios para establecer un balance hormonal que conduce a los resultados buscados. Los reguladores de crecimiento se aplican externamente, lo que hace difícil su aporte en un lugar específico, y debemos depender de la absorción y translocación de la planta. Esto es probablemente la razón principal de los excesos en la dosis de aplicación comparadas con las necesarias en el sitio de acción (Monselise, 1978).

2.3.2- Giberelinas

2.3.2.1- Efectos que causan las giberelinas

2.3.2.1.1- Control de la floración.

La aplicación de GA₃ y/o 2,4D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) durante la época de inducción floral (fines de otoño. España) provoca una reducción de la floración y una redistribución de la brotación// El número total de flores se reduce como consecuencia del descenso del número de brotes florales sin hojas, al mismo tiempo que aumenta la proporción de brotes con hojas (con o sin flores)// El árbol aumenta su

vigor y posibilidades de cuajado (Guardiola, *et.al.* 1997a), observando un efecto directo de la giberelina en el desarrollo de las hojas (Guardiola, *et.al.* 1981). También se incrementa el número de brotes vegetativos que pueden proveer un mayor número de sitios para la formación de flores en el año de baja producción y contribuir a la fructificación en el año de baja producción (Moss, 1981).

Borsani, *et.al.* (1992), estudiando la respuesta al GA₃ para la disminución de la floración del Tangor Ellendale, observaron, una respuesta eficiente de esta hormona.

A su vez, Arias, *et.al.* (1995), en un estudio sobre la misma variedad, observaron que, la aplicación invernal de GA₃ es una técnica eficiente para reducir la floración, mediante la reducción de la brotación total, así como por una redistribución por cada tipo de brote.

Las aplicaciones de GA₃ durante el reposo invernal estimulan el desarrollo vegetativo del naranjo la primavera siguiente al tratamiento, como se pone de manifiesto por el aumento del número de hojas por brote y el mayor tamaño de las hojas (Guardiola, 1977). Este efecto del tratamiento parece ser indirecto y motivado por la reducción de la competencia en la planta, ya que se observa una relación inversa entre el número total de brotes desarrollados y en número de hojas por brote, no afectando este parámetro aquellos tratamientos que no reducen significativamente la brotación y la floración (Guardiola, 1981).

Esta reducción en la floración está acompañada de un retraso en el desarrollo morfológico de las flores y de la época de anthesis y un mayor tamaño de las hojas. Aunque este último efecto es debido en parte al antagonismo entre floración y desarrollo vegetativo, se ha demostrado asimismo, un efecto estimulante directo del ácido giberélico, particularmente cuando se aplica en el momento de la brotación (Guardiola, 1980).

Dado que el GA₃ inhibe fuertemente la floración puede asumirse que la difusión de GAs desde el fruto también inhibe la floración (Moss, 1981).

La independencia entre la cosecha y la floración, dentro de unos límites muy amplios, para la mayor parte de nuestras variedades, ofrece la posibilidad de mejorar, indirectamente, el tamaño del fruto inhibiendo parcialmente la floración mediante aplicaciones invernales de AG y/o 2,4-D (Guardiola et al., 1977; Guardiola, 1980).

Estos tratamientos no solo reducen la floración en términos absoluto, sino que redistribuyen la brotación de primavera, aumentando el número de brotes florales con hojas y reduciendo el número de inflorescencias sin hojas. Solo cuando la inhibición de la floración es muy alta aumenta el número de brotes vegetativos en la planta. La consecuencia por tanto es doble: de un lado aumenta la proporción de frutos situados ventajosamente (los de brotes con hojas) que alcanzan un tamaño final más elevado; de otro se reduce la competencia entre flores, lo que además de tener un efecto positivo sobre el tamaño del fruto favorece la respuesta a la aplicación de giberelinas para el cuajado, explicándose así que en árboles bien nutridos y con un cultivo adecuado se pueden obtener cosechas elevadas (número de frutos) y de calidad (calibre del fruto) (Agustí, 1985).

Es posible mejorar el tamaño final del fruto si se reduce la competencia entre órganos en desarrollo. La reducción de la floración, mediante tratamientos hormonales en invierno, ofrece mejores resultados que el aclareo de frutos, y ello por dos razones fundamentales: de un lado la independencia, para la mayoría de nuestras variedades, entre densidad de floración y cosecha, y de otro por la mejor correlación, sistemáticamente encontrada, entre el número de flores inicialmente formadas por planta y el peso final del fruto (Agustí, 1987).

En naranja Valencia, dos aplicaciones invernales en el momento de inducción floral redujeron consistentemente los niveles de floración alrededor de un 25% con respecto al control. Sin embargo, el cuajado fue aumentado y por esto la reducción de la producción fue mucho menor que la reducción de la floración (Moss, 1981).

Los tratamientos con GA₃ en el momento de la brotación estimulan el desarrollo vegetativo e, indirectamente, el crecimiento del fruto por un mecanismo doble: un efecto directo de la GA₃ en el crecimiento de las hojas, y un efecto indirecto por la reducción en la competencia interna ligada a la inhibición parcial de la brotación y floración (Guardiola, 1981).

La reducción de la floración por aplicación de ácido giberélico a principios de invierno pueden romper ese ciclo y provocar que los árboles entren en un hábito de producción regular. Un nivel de floración medio resulta en una producción media y permite la formación de suficientes yemas como para asegurar una intensidad media de floración el siguiente año (Guardiola, 1981).

[Guardiola (1997a), en cultivares alternantes observó que, una alta floración resulta en una alta carga que inhibe las brotaciones de verano reduciendo la formación de yemas. Explica que esto provocará una brotación de primavera prácticamente sin flores y una baja carga.] Por existir una baja carga se producen varias brotaciones de verano, lo que lleva a una gran floración la siguiente primavera, comenzando un ciclo de alternancia de producción.] También observa que esta situación se puede manejar reduciendo la formación de flores mediante la aplicación de ácido giberélico y una intensa poda durante el año de alta floración. ~

En huertos de bajo vigor y productividad, que presentan normalmente una floración muy intensa que compromete el cuajado (Guardiola, *et.al.* 1979, citados por Guardiola, 1981), el efecto es permanente y conduce a un aumento de la producción el año del tratamiento y a un mayor vigor que hace innecesaria la repetición del tratamiento en años sucesivos, por lo que es un sistema económico y simple para la recuperación de algunas variedades improproductivas (Guardiola, 1981).

2.3.2.1.2- Control del Cuajado.

El cuajado mas que el número de flores, es el factor que más incide en la cosecha final, y no hay duda que se encuentra bajo influencia hormonal, ya que puede ser incrementado mediante la aplicación selectiva de diversos tipos de reguladores del desarrollo de flores. Sin embargo, cuando se aplica a la planta entera, el ácido giberélico es el regulador del desarrollo más utilizado, resultando ventajoso en el mandarino Clementino, en algunos híbridos y, en determinadas condiciones en el naranjo dulce (Agustí et al., 1982).

Borsani, *et.al.* (1992) y Arias et.al (1995), con aplicaciones invernales de GA₃, mediante un efecto indirecto, lograron incrementar el cuajado en Ellendale, ya que en dichos ensayo se logró disminuir la floración previo al cuajado.

En un estudio de aplicación de GA₃ sobre mandarinas (Clementina fina), se observó que la aplicación de GA₃ en floración produce un aumento en el cuajado que resulta en una disminución del tamaño final de los frutos. Estas aplicaciones aumentan el crecimiento inicial y retrasan la abscisión. El aumento en el cuajado y la abscisión retrasada de los frutitos con crecimiento más rápido, aumentan el uso de carbohidratos (y minerales) durante la fructificación y resulta en un menor nivel de carbohidratos en las hojas viejas y las hojas de las inflorescencias en los árboles tratados (Guardiola, 1997b).

Davies (1997), reporta que aspersiones de GA₃ se han usado para reducir las caídas post floración y mejorar el cuajado inicial, particularmente en cultivares de partenocarpia débil como los tangelos Orlando y Minneola y naranjas Navel.

En el momento del cuajado, la giberelina es muy activa y en este caso promotora. Aplicaciones de GA₃ incrementan el cuajado de cultivares de mandarinas

autoincompatibles que requieren de polinización cruzada y un desarrollo de semilla sustancial para un crecimiento exitoso. Las aplicaciones de GA₃ provocan una movilización más fuerte de metabolitos hacia los frutos en desarrollo. El anillado en plena floración provoca resultados similares (Monselise, 1978).]

Hofman en 1988, investigando la relación de las giberelinas con el crecimiento y retención de frutos, observa una alta correlación entre los cambios en la tasa de crecimiento de los frutos, y los cambios de concentración de GAs de la semana previa, para las primeras seis semanas luego de caída de pétalos.

f [Las variedades con un bajo índice de partenocarpia natural pueden ver incrementada su producción mediante la aplicación de GA₃ en la época del cuajado de la flor (Guardiola et al. 1997a; Agustí, 1998). Este es el caso de las mandarinas Clementinas y del naranjo dulce Navelate (Guardiola et al. 1997a). La aplicación de 5mg.L⁻¹ a Clementina, cuando el 90% de las flores han perdido los pétalos, incrementa significativamente el número de frutos recolectados; el incremento de la concentración hasta 10mg.L⁻¹, no mejora la respuesta, aunque si reduce, significativamente, el tamaño final del fruto. (Agustí, 1998)

La aplicación de GA₃ incrementa el número de frutos que inician el desarrollo, pero si éste es muy elevado, consecuencia de una floración intensa, la abscisión no se evita, aunque se pospone; por el contrario si el número de flores es reducido, la competencia es baja y el número de ovarios que inicia su desarrollo también, tras la aplicación de GA₃, no solo aumenta sino que persiste, en un mayor porcentaje, hasta cosecha. (Agustí, 1998)

Guardiola (1988), estudiando los factores que limitan la productividad en los cítricos, observó que las aplicaciones de GA₃ aumentan inicialmente la tasa de desarrollo de todos los frutitos de la planta, y retrasan 5 semanas el principal pico de caída.

Agustí *et.al.* (1982), estudió la respuesta a la aplicación de GA₃ en árboles de distintas intensidades de floración. Determina que la relación número de flores-cuajado es negativa, como corresponde al proceso, pero las curvas que relacionan ambas variables tienen diferentes pendientes según se trate de árboles control o de árboles tratados, de modo que las diferencias en el cuajado debidas a la aplicación de GA₃ son evidentes cuando la floración es media; si ésta es muy intensa la eficacia del GA₃ es inexistente.

Para las condiciones del mediterráneo, el híbrido Nova se encuentra dentro del grupo de variedades que no responden a aplicaciones de GA₃ para aumentar el cuajado de sus flores. (Agustí, 1998)

El comportamiento de los híbridos y las mandarinas es diferente al de las naranjas Navel. Soost and Burnett (1961), trabajando en California, observó que podía aumentar el cuajado de Clementinas aplicando Giberelinas durante floración en comparación con árboles sin tratamientos.

En Florida, Krezdorn (1969), aplicó giberelinas en tangelo Orlando en prefloración, plena floración y post floración. Observó aumentos en cuajado y más importante aún aumentos en el rendimiento con 10 mg.L⁻¹ de GA₃. La fruta fue sin semilla y más larga que la fruta no tratada. Generalmente GA₃ es aplicada entre 10 y 50 mg.L⁻¹ desde plena flor hasta floración tardía en mandarina en lugares como Marruecos, España, Argentina, Israel. La GA₃ aumentó el cuajado en la tangerina *Nova* en Sudáfrica. Aplicaciones de GA₃ fueron efectivas en el incremento del rendimiento y particularmente produjeron frutos sin semilla que son de alta demanda en el mercado europeo. (Davies, 1997)

Moss (1972), en un estudio para tratar de disminuir la alternancia de naranja Valencia observó que, las aplicaciones de GA₃ no aumentaron significativamente los rendimientos en un año "off". Indicando que aparentemente las aplicaciones de GA₃

solo producen un retardo temporal en la caída de frutos, debido a la fuerte competencia que se produce dentro de las pocas ramas que produjeron flores .

 Krezdorn (1977), comparando la polinización cruzada manual y aplicación de GA₃ en primavera (mediante inmersión de brotes en 400mg.L⁻¹ de GA₃), muestra que la GA₃ fue igual de efectiva que la polinización cruzada en el incremento en cuajado inicial en Nova, hasta un mes luego de floración. Pero las caídas subsecuentes debidas a la competencia fueron más severas que en los tratamientos de polinización cruzada. Esto es una evidencia de que el cuajado con GA₃ es más sensible a estrés fisiológico que los que presentan semilla.

Guardiola (1980) estudiando el comportamiento de las mandarinas Satsuma y Clementina, observo que la disminución en el tamaño de los frutos, debida a la aplicación del ácido giberélico para aumentar el cuajado, no es debida simplemente a una mayor competencia en la planta, sino a un efecto depresivo directo en su crecimiento. A su vez, Guardiola (1988), observa que esta reducción en el tamaño en los frutos cítricos puede explicarse por la disminución en el número de semillas, el aumento de frutos cuajados y cambios en el balance interno de reguladores de crecimiento en los frutos. Aunque considera como factor importante la competencia entre frutitos en estados tempranos de desarrollo, y explica que es uno de los factores centrales en la determinación de la reducción del tamaño del fruto.

Así mismo este autor determinó que la onda principal de caída en los árboles tratados con GA₃ coinciden con una reducción en la tasa de crecimiento de los frutos en desarrollo, la cual se encuentra por debajo de los valores encontrados en los árboles no tratados para el mismo tiempo. También explica que el mecanismo regulador de la GA₃ tiene efecto previo al june drop, y siempre se ha encontrado un efecto antagónico entre cuajado y tamaño de fruta (Guardiola 1988).

En otro ensayo, sobre naranjo dulce Guardiola (1980) observa que el ácido giberélico, es capaz de estimular el cuajado del fruto cuando se aplica selectivamente a

las flores, y no cuando se aplica rociado a la totalidad de las plantas. Del mismo modo el efecto depresivo del ácido giberélico en el tamaño del fruto no se aprecia si se aplica a un número limitado de flores.

2.3.2.1.3- Estimulo del desarrollo vegetativo.

La aplicación de GA₃ en el momento que se inicia la brotación de las yemas provoca un incremento del desarrollo vegetativo, al mismo tiempo que reduce la floración de un modo similar a como ha sido descrito para los tratamientos invernales, observándose una reducción en el número de flores solitarias, inflorescencias, y brotes mixtos, sin que se produzca aumento compensatorio en los brotes vegetativos y terminales (Guardiola *et.al.*, 1980; Guardiola, 1981). La mayor proporción de brotes con hojas y el mayor tamaño de éstas contribuyen a elevar el vigor del árbol, lo que hace de este tratamiento una técnica útil para recuperar aquellas parcelas con decaimiento vegetativo o mejorar las condiciones de aquellas variedades poco vigorosas (Guardiola et al. 1980).

En un experimento en Navelate aplicando GA₃ a 10mg.L⁻¹ el 25 de enero (España), con una longitud máxima de brotes entre 1 y 3 mm, el único parámetro afectado fue el peso seco de las hojas, aumentando el valor medio 7mg con respecto al testigo (Guardiola, 1981). Esto sugiere que el desarrollo de las hojas y no así el de las flores está limitado inicialmente por el nivel endógeno de GA₃, que a su vez parecen controlar el alargamiento del tallo (Goldschmidt y Montselise, 1970; citado por Guardiola, 1981), indicando que el efecto en el aumento de peso del fruto en árboles tratados puede ser indirecto debido al mayor desarrollo foliar, ya que se encuentra una correlación positiva entre el tamaño de la hoja y el fruto.

La eficiencia del tratamiento depende marcadamente de la época de aplicación, siendo la más idónea cuando los brotes han iniciado su desarrollo pero no superan los 1-2 mm. de longitud. En ningún caso debe aplicarse 2,4D en esta época (Agustí, 1987).

2.3.2.2- Absorción de GA₃ y eficiencia de la aplicación.

Los rangos de absorción de GA₃ en frutos de citrus variaron de 2,2% para Valencia, a 28% para pomelo Marsh. La absorción es proporcional a la concentración de GA₃ en la solución y a la duración de la absorción. La mayor absorción ocurre hasta los 30-60 minutos, mientras la solución aplicada se va evaporando y secando. La absorción continúa cuando la solución se seca, y en este momento es la humedad relativa la que juega un papel fundamental en la absorción. Absorción baja ocurre cuando se incuban frutos a 50% HR, pero la absorción es mayor en atmósferas saturadas. Transferencia de frutos de 50% HR a atmósfera saturada hasta un tiempo de 48h luego de que se había secado el tratamiento, también fue efectivo en el aumento de la absorción de GA₃. Este puede ser un factor importante en los cultivos. Las fluctuaciones diarias de HR que afectan la tasa de absorción de GA₃ podría determinar la efectividad de los tratamientos de GA₃ (Greenberg y Goldschmidt, 1988).

Una balanceada nutrición mineral, con especial énfasis en la nutrición de N y K probablemente facilite la síntesis de GAs o las reacciones inducidas por las giberelinas (Monselise, 1978). A su vez, Krezdorn (1977) observa que los fallos observados en aplicaciones de GA₃ para mejorar el cuajado en plantaciones jóvenes comerciales con árboles vigorosos, siempre han indicado un problema de estrés fisiológico debido a humedad, frío, o nutrición pobre.

2.3.2.3- Consideraciones de aplicación, momento y dosis.

Según Agustí *et.al.* (1987), la dosis de producto recomendada, siempre expresada en concentración de sustancia activa, no debe alterarse, entre otras razones porque es óptima para obtener una respuesta máxima y el precio del producto es elevado. La repetición del tratamiento resulta prácticamente innecesario salvo casos excepcionales. El tratamiento debe realizarse mojando totalmente el árbol, hasta que gotee, y es

compatible con la casi totalidad de productos plaguicidas y abonos foliares. Se recomienda en todo caso la adición de un agente humectante (mojante).

La mayor respuesta a la GA₃ para estimular el cuajado en variedades híbridas autoincompatibles se observa en árboles jóvenes maduros entre 5 y 15 años, en buenas condiciones (Krezdorn, 1977).

2.3.2.3.1- Aplicaciones para el control de la brotación y floración.

Guardiola (1980), indica la existencia de dos períodos de máxima susceptibilidad de las plantas para la reducción de la floración mediante la aplicación de GA₃, desde fines de noviembre a fines de diciembre (H.N), dependiendo de la especie y localidad, o en el momento de iniciarse la brotación de primavera, antes de la diferenciación morfológica de flores, momento en que la planta presenta un nuevo máximo de susceptibilidad.

Un retraso en la aplicación de GA₃ y/o 2,4D durante la época de inducción floral (finales de otoño) solo puede corregirse con un aumento en la concentración al aplicar tardíamente, no obstante esta depende críticamente de la época de aplicación, de modo que un retraso en la misma solo puede compensarse con un aumento en la concentración de GA₃ y “no de 2,4D” (Agustí, 1987).

[La Giberelina debe ser aplicada durante la inducción floral antes que las yemas empiecen a crecer naturalmente, ya que no reduce el número de flores formadas una vez que el crecimiento ha empezado (Moss, 1975)] El mejor momento de aplicación para obtener el efecto máximo debe determinarse experimentalmente (Moss, 1981).

Para este mismo autor, aplicaciones de 25mg.L⁻¹ en naranja Valencia, tuvieron la misma efectividad que concentraciones de 50mg.L⁻¹, pero concentraciones de 10 mg.L⁻¹ fueron menos efectivas, aún cuando las aplicaciones fueron hechas a todo el árbol (Moss, 1981). En otro trabajo en naranjo dulce, dos aplicaciones tan bajas como

10mg.L⁻¹ redujeron considerablemente el número de tallos nacientes en condiciones favorables para la floración. Este efecto no se mejoró mucho para concentraciones superiores a 25mg.L⁻¹ (Moss, 1975).

En España, trabajos en Navelate, variedad con tendencia a florecer profusamente, demuestran que la aplicación de 25 mg.L⁻¹ de GA₃ reduce la floración en, aproximadamente, un 50%, reduciendo, al mismo tiempo el número de flores situados en brotes sin hojas. No se encontró diferencia significativa en los brotes mixtos, ni en los brotes vegetativos. Las aplicaciones se realizaron el 29/11 y el 15/12 y combinadas, pero no se encontraron diferencias significativas (Agustí, 1998).

Según Iwahori (1981), los periodos efectivos de aplicación de GA₃ van de noviembre a enero para naranjas, y de noviembre a marzo para mandarinas Satsumas (H.N.). En mandarina Satsuma, el número total de inflorescencias se redujo marcadamente con concentraciones de 20mg.L⁻¹, no encontrándose efecto aditivo al aplicar en dos fechas. Las inflorescencias fueron mas afectadas que los brotes mixtos, notándose un aumento en la relación fuente fosa en los árboles tratados y un aumento en el número de brotes vegetativos en la brotación de primavera. También logra incrementar el porcentaje de cuajado, debido a una disminución en el número de flores con respecto al control, pero el número de frutos cuajados igualmente fue menor.

2.3.2.3.2- Aplicaciones para estímulo del cuajado.

Krezdorn (1977), en un estudio de mejoramiento del cuajado mediante la aplicación de GA₃ (10, 15, 25mg.L⁻¹) en plena floración, utilizando cultivares híbridos autoincompatibles (Orlando, Minneola, Robinson, Osceola y Nova), logra incrementar el cuajado y el rendimiento. En Nova, los tratamientos de 10, 15, y 25mg.L⁻¹ no presentaron diferencias significativas entre sí.

Este mismo autor, evaluando el cuajado mediante la inmersión de flores en soluciones de GA₃, observa que concentraciones de 25mg.L⁻¹ prácticamente no tuvieron efecto en Nova, y concentraciones de 200 y 400mg.L⁻¹ fueron necesarias para lograr el máximo efecto. Todas las concentraciones por encima de 25mg.L⁻¹ pueden provocar defoliaciones excesivas si se aplican a árboles enteros.

Gravina, *et.al.* (1994), en un estudio de la aplicación de GA₃ en Ellendale, observo que la aplicación en floración, no produjo resultados consistentes, obteniéndose un rendimiento mayor al testigo en el ensayo uno y no superándolo en el ensayo dos. Por lo cuál, este autor dice que el éxito de aplicaciones de GA₃ sobre el rendimiento, parece estar asociado a la dosis empleada, momento de aplicación y nivel productivo de la plantación.

2.4- Anillado

2.4.1- Generalidades

Estudios realizados en Israel indican que el anillado puede servir como una herramienta efectiva no solo para aumentar rendimiento, sino que también para regular el tamaño de la fruta. (Cohen, 1977).

[Agustí *et.al.* (1988) estudiando el efecto del rayado previo a la brotación, observan que éste aumenta la floración como consecuencia de un incremento de la brotación. Observan que los brotes multiflorales sin hojas no alteran su número y el de los brotes vegetativos puede reducirse, aumentando los demás tipos de brotes.]

[La aplicación de esta técnica a plantas en buen estado y con una floración adecuada, tiene una respuesta general en todas las variedades ensayadas. Navelate aumentó 30%, Clementinas 130%, Ellendale y Fortune se ha multiplicado por 3,5 y 8 el número de frutos respectivamente. (Agustí, 1998)]

El anillado debe realizarse en toda la circunferencia del tronco o rama, si se deja solo el 5-10% de la circunferencia sin anillar hay una reducción importante de los efectos. Los árboles deben estar sanos, árboles que no se encuentran en óptimas condiciones por alguna razón pueden dañarse severamente. Los efectos positivos del anillado (aceleración de procesos) pueden esperarse solo para árboles o ramas que posean muchas hojas, si el número es bajo puede provocar el efecto contrario, reducción de la diferenciación y en la tasa de crecimiento del fruto, y aceleración en la abscisión de frutitos en la primavera (Cohen, 1981).

2.4.2- Fisiología

Básicamente hay dos tipos de anillado; la eliminación de un anillo completo de corteza del tronco o de las ramas principales, de ancho variable, y la ejecución de un simple corte de 1 mm de ancho alrededor de toda la circunferencia de las ramas principales y sin la separación de corteza. (Agusti, M. 2000). Aparentemente los efectos del anillado en la brotación de primavera no parecen ser dependientes de la acumulación de minerales por encima del anillado, ni por el ancho del corte (Cohen, 1981).

El efecto primario del anillado es una acumulación de materiales producidos por las hojas por encima del anillado, en su mayoría carbohidratos, los cuales sirven como fuente de energía (Cohen, 1981). La razón de ello se basa en la interrupción, temporal, del transporte floemático como consecuencia del corte practicado, lo que provoca un desequilibrio, también temporal, entre la copa y el sistema radicular, favoreciendo a la primera que, dependiendo de la época que se realice, afecta la manifestación de uno u otro proceso de desarrollo al modificar las relaciones de fuente-fosa de la planta (Zimmerman *et.al.*, 1975 citado por Agustí, 2000).

Al realizarse anillado se provocan cambios en el balance endógeno de hormonas, carbohidratos, y elementos minerales, aumentando su concentración en la zona del árbol situada por encima del rayado, al mismo tiempo que se favorece la acción sumidero del fruto, lo cual favorece su desarrollo (Wallerstein *et.al.*, 1978; Dann *et.al.*, 1985, citados por Agustí, 1999). Talón *et.al.* (2000), indica también que el anillado, incrementa el contenido de giberelinas en los frutos.

Según Talón *et.al.* (2000), el anillado, en general, incrementó el contenido de giberelinas en los frutos.

Rabideau y Burr (1945), citados por Agustí (2000), demostraron que, los órganos situados en la zona superior incrementan sus posibilidades de captar carbohidratos, a consecuencia del rayado, favoreciéndose así su nutrición explicando de este modo los efectos que logra. Observaron que el transporte basípeto de carbohidratos se lleva a

cabo por el floema. La interrupción, o rayado de este impide el transporte de azúcares marcados con ^{13}C desde las hojas hacia las raíces, pero no así el transporte de ^{32}P desde las raíces a las hojas. (Agustí, M.. 2000).

El anillado puede producir daño por muerte de raíces por falta de alimento. Por otro lado, aún cuando el xilema se deja intacto, el anillado causa ciertas marcas en las capas más externas del xilema. Esto resulta de la masa de callo que se desarrolla de la herida en el tejido, que no se diferencian en vasos normales de xilema. Debido a esta masa indiferenciada, puede impedirse el movimiento de materiales desde la raíz a la copa del árbol unos meses después del anillado (Cohen, 1981).

2.4.3- Respuesta y efectos en los árboles

El anillado en primavera provoca un estímulo del crecimiento inicial del fruto, dando lugar a un retraso en la abscisión de frutitos en desarrollo y/o a un aumento del número de los que persisten en la planta, y ambos efectos repercuten negativamente sobre el tamaño final de los frutos recolectados.(Agustí, 1999)

Anillado en plena floración, reduce la caída de flores y/o frutitos en desarrollo. Se utiliza en árboles con altas floraciones. Este tratamiento puede favorecer, en cierta medida, excesos de floración y/o caída de frutos en desarrollo debidas a condiciones climáticas desfavorables, o por falta de polinización en variedades autoincompatibles (Cohen, 1981).

Según Agustí (2000), el efecto estimulador del rayado sobre la floración en los agrios se ha puesto de manifiesto en diferentes trabajos, y los resultados se pueden resumir en una anticipación o aceleración de la diferenciación floral, así como un incremento en la brotación y en el número de yemas florales. Estos efectos, sin embargo son contrastados por la presencia del fruto, que reduce y en ocasiones anula la intensidad de la respuesta.

Según Cohen en 1981 el efecto primario del anillado es una acumulación de materiales producidos por las hojas por encima del anillado, en su mayoría carbohidratos, los cuales sirven como fuente de energía. Esto sirve para explicar la disminución de la abscisión de frutitos en desarrollo o la aceleración de la tasa de crecimiento de frutos. La segunda consideración es sobre la secuencia de eventos que ocurren luego del anillado. Todos los procesos que son acelerados por el anillado, la diferenciación de yemas, crecimiento de frutitos, disminución de la abscisión y la tasa de crecimiento, son afectados enseguida luego del anillado (1-3 semanas). Los síntomas de la herida se ven luego de un periodo más largo de tiempo. Los efectos de desnutrición de la raíz y las trabas en el movimiento por el xilema se observan en la copa del árbol solo luego de 4-6 meses.

La formación de flores, el cuajado de frutos, y el crecimiento del fruto han sido identificados como tres grandes procesos a lo largo del ciclo reproductivo anual de los citrus, los cuales aumentan si se realiza anillado (Goldschmidt, 1997).

El nivel de fotoasimilados en la planta es uno de los factores determinantes del tamaño del fruto. Experimentos realizados en Israel sobre pomelo y naranjo dulce demuestran el efecto del rayado sobre el tamaño final del fruto (Cohen, 1984), si bien su eficacia depende críticamente de la época en que se realice. Así, cuando se realiza en primavera provoca un incremento en el número de frutos cuajados que compensa el efecto estimulador sobre su desarrollo sin que aparezca diferencia alguna en el tamaño final del fruto; si el rayado tiene lugar luego de la caída de diciembre provoca incrementos de tamaño próximos a 15%, pero el rayado en otoño tiene un efecto depresivo debido, de un lado, al incremento que el tratamiento provoca en el número de yemas florales desarrolladas la primavera siguiente y, de otro, a la excesiva acumulación de carbohidratos que pueden provocar la abscisión de hojas adultas en invierno y primavera (Cohen, 1984).

Guardiola (1997b) estudiando el efecto del anillado en la abscisión de flores en Washington Navel observó que, en árboles anillados dos semanas y media luego de la apertura de las flores, se produce un incremento significativo en los niveles de carbohidratos en las hojas viejas y en las hojas de las inflorescencias, y consecuentemente un aumento en el aporte de carbohidratos durante todo el periodo de abscisión. Observa también que el anillado incrementa significativamente el número de frutos cuajados, pero ni los patrones de abscisión, ni la tasa de crecimiento, ni el tamaño del frutito al momento de abscisión son afectados.

Concluyendo que el incremento del cuajado se debe a una pequeña reducción en la tasa de abscisión durante las últimas tres semanas del proceso de abscisión (abscisión tardía). Los niveles de carbohidratos en este momento parecen ser fundamentales en la determinación del cuajado de una fracción de los frutitos.

Según Goren *et.al.* (1992), los mejores efectos del anillado en el rendimiento se obtienen cuando se anilla solo en la mitad de las ramas principales. Cuando todas las ramas fueron anilladas, los árboles respondieron con una fuerte abscisión de hojas, mientras que cuando se anilló solamente la mitad de las ramas principales no se observaron efectos negativos. Parecería ser que el anillado de ramas principales tiene un efecto más fuerte que si se realiza sobre el tronco, debido a que no se observan efectos colaterales en anillados realizados al tronco de árboles de naranja “Shamouti” (Monselise *et.al.*, 1972).

Al igual que en el caso de las aplicaciones de GA₃, el rayado de ramas en condiciones extremas de elevada floración es incapaz de promover el cuajado, lo que indica que es la elevada competencia entre órganos en desarrollo la causa de la escasa capacidad de cuajado de estas condiciones, la disponibilidad del fruto por carbohidratos se halla tan comprometida que mejorarla es, prácticamente, imposible por eso el rayado de ramas resulta ineficaz (Agustí, 1998).

Según Talón *et.al.* (2000), en tratamientos con anillado se incrementa el cuajado y los niveles de sacarosa y almidón, indicando que el incremento en la disponibilidad de

carbohidratos en los frutos en desarrollo se acompaña de un aumento de la cosecha. Las tendencias observadas en el patrón de variación del contenido de azúcar de los frutos fueron detectadas claramente también en las hojas que no abscidieron durante el periodo de escasez de carbohidratos.

2.4.4- Momento en que se realiza

Según Cohen (1981) el anillado se realiza en diferentes fechas dependiendo de la causa sobre la que se quiera actuar. El anillado en otoño, para incrementar iniciación y diferenciación de yemas florales. Árboles anillados en esta época son los que tienden a florecer de forma esparcida, principalmente en años “off”.

El anillado en plena floración, intenta reducir la caída de flores y/o frutitos en desarrollo. Se utiliza en árboles con alta floración en años “on”. Este tratamiento puede favorecer, en cierta medida, excesos de floración y/o caída de frutos en desarrollo debidas a condiciones climáticas desfavorables, o por falta de polinización en variedades autoincompatibles.

Y por ultimo el anillado a comienzos del invierno (6-8 semanas antes de la brotación de primavera). Se ha encontrado que anillando en esta época, al final, o ya pasado el periodo de diferenciación, incrementa el número de yemas que brotan en la primavera. Esto produce un aumento en el número de flores viables, donde un porcentaje normal de estas se desarrollaran en frutos y aumentarán el rendimiento. Al anillar todo el árbol se observan incrementos en los rendimientos similares a los encontrados en las otras dos fechas.

Agustí (1999), indica que anillados con el objetivo de mejorar el cuajado, pueden realizarse desde antesis hasta caída fisiológica. Mientras que para estimular el crecimiento del fruto la época más adecuada es al final de la caída fisiológica, coincidiendo con el cese de la división celular, cuando las vesículas llenan por completo los lóculos y sus células inician el crecimiento y la acumulación de zumo. Un retrasos en su realización disminuyen la eficiencia, aunque cierto efecto se detecta

hasta principios de Septiembre (H.N.). En Nova el rayado al final de la caída fisiológica provocó un aumento aproximado de 4mm con respecto a los controles (Agustí, 1999).

La eficiencia depende de la época del rayado, y cuando se efectúa a finales de julio o principios de agosto (H.N.), incrementa significativamente el número total de flores. Tratamientos anteriores no son efectivos y a medida que son desplazados en el tiempo pierden progresivamente su eficiencia, que se anula para fechas próximas a la de brotación. (Agusti, 2000)

La época más adecuada para el rayado para mandarina Fortune (Agusti et al., 1997), depende de la productividad del árbol. Esta mandarina es autoincompatible y forma parte del grupo de las mandarinas insensibles a las aplicaciones exógenas de GA₃ para promover el cuajado, al menos en las condiciones climáticas mediterráneas. Observaciones previas indican que es alto el porcentaje de flores que alcanzan el estado de fruto, pero su crecimiento posterior es muy lento y la mayor parte de ellos no superan el periodo de abscisión y se desprenden de la planta durante la fase I de su desarrollo (Agustí y Almela, 1989). En estas condiciones, puede mejorarse la producción realizando anillado 15 días antes de antesis en parcelas de baja productividad, o 25 días después de la caída de pétalos, en cualquier parcela con independencia de su productividad (Agustí y Almela, 1989).

La eficacia lograda con el anillado de ramas 15 días antes de la antesis no tiene una explicación fácil. Se ha sugerido que el efecto del rayado sobre el transporte y distribución de carbohidratos requiere un tiempo para manifestar su actividad, que alcanzaría hasta la caída de pétalos, momento en que se lograría su acción plena (Agusti et al., 1997). La respuesta al rayado 15 días antes de antesis se presenta solo en las parcelas improductivas, apoyando esta hipótesis, ya que es en éstas en la que se establece la mayor competencia entre órganos en desarrollo. Estas parcelas son las que florecen con mayor profusión, como lo demuestra la relación inversa encontrada entre floración y fructificación (Agustí, 1998).

El efecto más claro del anillado es la detención temporal o retraso de la abscisión (Monselise et al., 1972). Es lógico por tanto, que cuando se efectúa en plena caída fisiológica de frutos, esto es a los 25 días, aproximadamente de la caída de pétalos, dé buenos resultados, ya que en este momento una parte importante de los frutos en desarrollo ya se han desprendido de la planta y de los que quedan retenidos en ella un porcentaje elevado consigue superar la fase I de desarrollo (durante la que se produce la abscisión), cuya duración se ha establecido en unos 65 días desde antesis (Mehouachi et al. 1995, citado por Agustí, 1998). Los tratamientos anteriores también retardan la abscisión de los frutos, pero estos no consiguen superarla dada la duración del período que han de permanecer en el árbol hasta alcanzar la fase II de su desarrollo. Los tratamientos posteriores, cuando la casi totalidad de los frutos, o todos ellos, ya han sufrido la abscisión son, lógicamente, menos o muy poco eficaces (Agustí, 1998).

2.4.5- Combinación de anillado y aplicación de giberelinas.

Giberelina endógena o aplicada, si se encuentra presente en cantidades suficientes, durante el periodo crucial de inducción (Noviembre a Enero, "H.N") inhibe la formación de flores. Las giberelinas pueden causar el aborto de yemas de flores incluso, hasta la antesis. Este efecto de las giberelinas es también producido por el anillado, el cual produce una acumulación de giberelinas endógenas en las partes aéreas del árbol. Altas temperaturas del suelo o fotoperíodos largos también inhiben la formación de flores probablemente por un aumento en la producción de giberelinas (Monselise, 1978).

[Gravina *et.al.* (1994) en dos ensayos realizados sobre Ellendale, verificó un incremento significativo en el rendimiento cuando se combinaron GA₃ y anillado; sin embargo en el primero, este efecto puede considerarse aditivo mientras que en el segundo el aumento en rendimiento debe atribuirse fundamentalmente al anillado, ya que la GA₃ sola, no mejoró la producción del testigo]

En el naranjo dulce Navelate se logra un mayor incremento en el cuajado si se acompaña el tratamiento de GA₃ en primavera con un rayado de ramas a los 10-15 días de efectuado aquel (Guardiola et al. 1980).

3- Materiales y métodos

3.1- Material vegetal y manejo del monte.

El ensayo se realizó en un predio comercial en la localidad de Kiyú, departamento de San José, en el periodo comprendido entre Julio de 2001 a Mayo de 2002.

Se utilizaron árboles de mandarina “Nova” [*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. X (*Citrus paradisi* Macf. X *Citrus tangerina* Hort. ex Tan)] de 6 años de edad, injertados sobre *Poncirus trifoliata* L.Raf.

La distancia de plantación es de 5,5m x 3m bajo condiciones de fertirriego. Los árboles se encontraban en buenas condiciones sanitarias, sin la incidencia de plagas o enfermedades que pudieran influir en la producción.

3.2- Diseño de los experimentos

3.2.1- Diseño estadístico

Para el experimento principal se planteó un diseño completamente al azar, con 5 repeticiones por tratamiento, donde se tomó cada árbol como unidad experimental. Se seleccionaron 40 árboles, teniendo como dato la producción en Kg. del año anterior. Cada árbol se toma como un bloque con el objetivo de normalizar las variables.

➤ Paralelamente se realizó un estudio del cuajado por tipo de brote: flor solitaria, flor terminal, brote mixto, e inflorescencia (Moss, 1970). La metodología consistió en seleccionar 5 árboles al azar en el momento de plena floración, marcando 50 brotes de cada tipo (10 en cada árbol), identificados por cintas de diferentes colores. En cada brote se cuantificó el número inicial de flores y hojas.

3.2.2- Tratamientos

Los tratamientos a evaluar fueron:

- Tratamiento 1: Giberelina en Invierno (Gi)**
- Tratamiento 2: Testigo de producción baja (Tb)**
- Tratamiento 3: Giberelina en Invierno + Giberelina en primavera (GiGp)**
- Tratamiento 4: Giberelina en Invierno + Anillado en primavera (GiA)**
- Tratamiento 5: Giberelina en Primavera (Gp)**
- Tratamiento 6: Giberelina en Primavera + Anillado en Primavera (GpA)**
- Tratamiento 7: Anillado en Primavera (A)**
- Tratamiento 8: Testigo de producción media (Tm)**

Cuadro 1. Rendimiento previo promedio por planta y tratamientos aplicados.

Producción (Kg/pl) *	Tratamiento
3	Gi
3	Tb
22	GiGp
28	GiA
26	Gp
26	GpA
32	A
28	Tm

(*) Nota: es la producción de los árboles en el año previo al ensayo.

Los tratamientos Gi y Tb presentaron una producción en la cosecha anterior de 3 Kg. por planta, y los tratamientos GiGp, GiA, Gp, GpA, A y Tm, tuvieron una producción de 22 a 32 Kg. por planta, los cuales pueden agruparse dentro de un grupo de tratamientos de producción media debido a que no presentan diferencia significativa entre ellos.

El GA₃ invernal se aplicó el 4/7/2001, el de primavera se aplicó el 28/09/2001 al momento de plena flor y el anillado se realizó el 13/11/2001, aproximadamente 15 días después de caída de pétalos.

En el momentos de plena floración (18/09/2001), se seleccionaron en todos los tratamientos cuatro ramas por árbol (dos del lado Este y dos del lado Oeste), con el fin de evaluar la brotación, la intensidad de floración, y la distribución de la brotación por tipo de brote (brotes vegetativos, brotes mixtos, terminales, inflorescencias, solitarias). Las ramas seleccionadas fueron de edad menor a dos años debido a que ramas de mayor edad tienen baja probabilidad de brotar. –

El porcentaje de cuajado final se evaluó el tres de enero, fecha en la cual se determinó el fin de la caída fisiológica. Este se calculó como el número de frutos totales en las ramas contadas, sobre el número total de flores contadas en dichas ramas.

A partir del 02/10/01 se realizó un seguimiento de brotes con la finalidad de evaluar el porcentaje de cuajado por tipo de brote.

Aproximadamente, cada 21 días a partir de caída fisiológica se realizaron medidas del calibre de 30 frutos por planta, escogidos al azar, con el fin de poder comparar las curvas de crecimiento entre tratamientos (ver Anexo 1).

El 30/05/2002 se realizó la cosecha, cuantificándose el rendimiento, número de frutos, y calibre final de frutos por árbol.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el programa SAS (1997).

3.2.2.1- Aplicación de GA₃

Las aplicaciones de GA₃ se realizaron con una pulverizadora de puntero, hasta punto de goteo. El gasto por pico a 10 Kg de presión fue de 4,2 l/min, como llevó 2,8 lts. para mojar el árbol, el tiempo de mojado por árbol fue de 40 segundos.

La cantidad total de GA₃ utilizada fue 34 grs./ha, con un gasto de caldo/ha de 1700 lts., lo que da una concentración utilizada de 20mg.L⁻¹.

El pH de la solución se llevó a 4,5 mediante la adición de ácido fosfórico a razón de 416,7c.c./1000 lts. de caldo.

3.2.2.2- Anillado

Se realizó el 13 de noviembre, aproximadamente 15 días después de caída de pétalos, con una tijera diseñada especialmente para anillar. La incisión se realizó en el tronco a unos 30cm. del suelo.

3.2.3- Estudio del cuajado por tipo de brote.

El seguimiento de los brotes de forma individual se realizó de manera de poder estudiar la evolución de la abscisión de estructuras reproductivas. Las fechas de evaluación fueron las siguientes; (marcado de brotes) 02/10/2001, la 1ª evaluación el 13/11/2001, 2ª evaluación el 30/11/2001, la 3ª evaluación el 13/12/2001, y una 4ª evaluación el 03/01/2002 . Finalizada la caída fisiológica se cuantificó el número de frutos para determinar el porcentaje de cuajado por tipo de brote.

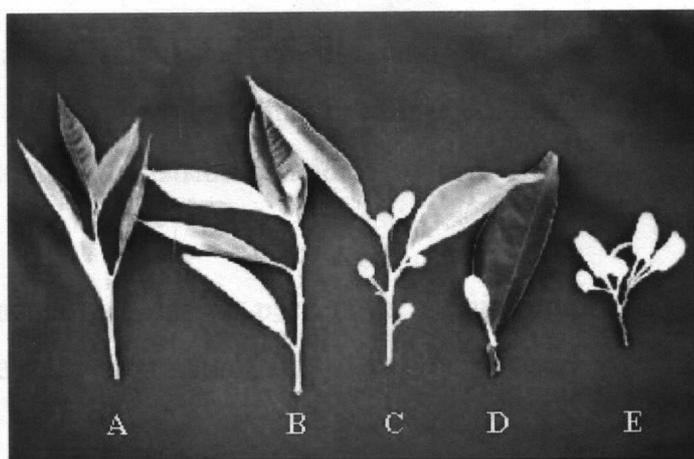


Figura 3. Tipos de brote. Vegetativo (A), Terminal (B), Mixto (C), Solitario (D), Inflorescencias (E).

3.2.4- Análisis estadístico.

3.2.4.1-VARIABLES MEDIDAS.

En plena floración:

- ⇒ Brotación (% de brotación total)
- ⇒ Intensidad de Floración (flores/100nudos)

- ⇒ Distribución de la Brotación por tipo de brote (% de cada tipo de brote)
- ⇒ Relación Fuente/Fosa

Fin de caída fisiológica:

- ⇒ Cuajado (%)

Cosecha:

- ⇒ Producción (Kgs./planta)
- ⇒ Número de frutos (nº de frutos/árbol)
- ⇒ Calibre final (mm.)

Las variables, Intensidad de floración, Relación Fuente/Fosa, Producción y Calibre final, se analizaron mediante el procedimiento GLM, asumiendo que son variables continuas con distribución normal y con error experimental (ϵ).

Las variables medidas en porcentaje, se analizaron mediante el procedimiento GENMOD con distribución binomial.

3.2.4.2- Modelos de análisis.

Se utilizó el test de comparación de medias *Tukey* ($\alpha = 0,1$) para el análisis de las variables continuas. Las variables con distribución binomial se analizaron mediante comparación de proporciones y para el análisis de dos variables se realizaron curvas de regresión (lineales, cuadráticas y cúbicas).

3.2.5- Análisis económico

Se realizó un análisis de márgenes con el objetivo de estudiar la viabilidad económica de los ensayos.

4- Resultados

Para el análisis de los resultados es importante tener en cuenta que se parte de dos poblaciones diferentes, una población de baja producción el año anterior con 3 kgs. de promedio por planta (Tratamientos Gi y Tb) y una población de producción media el año anterior con producciones promedio que oscilan entre 22 y 32 kgs. por planta (Tratamientos GiGp, GiA, Gp, GpA, A y Tm).(Cuadro 1)

4.1- Aplicación de Giberelina invernal.

4.1.1- Efecto en la brotación.

4.1.1.1- Porcentaje de brotación total.

Los tratamientos con baja producción el año anterior presentan los mayores porcentajes de brotación, aunque se diferencian significativamente solo con dos de los tratamientos de producciones medias el año anterior.(cuadro 2)

No se observa un efecto significativo de la Giberelina invernal en los tratamientos de baja y media producción el año anterior.

Cuadro 2- Porcentaje de brotación total según tratamiento.

Trat.	% brot.	
Gi	89,99	A
Tb	86,76	A
Gp	80,26	A
GpA	79,05	A
A	71,20	A
GiGp	69,47	A B
GiA	68,61	B C
Tm	62,11	C

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

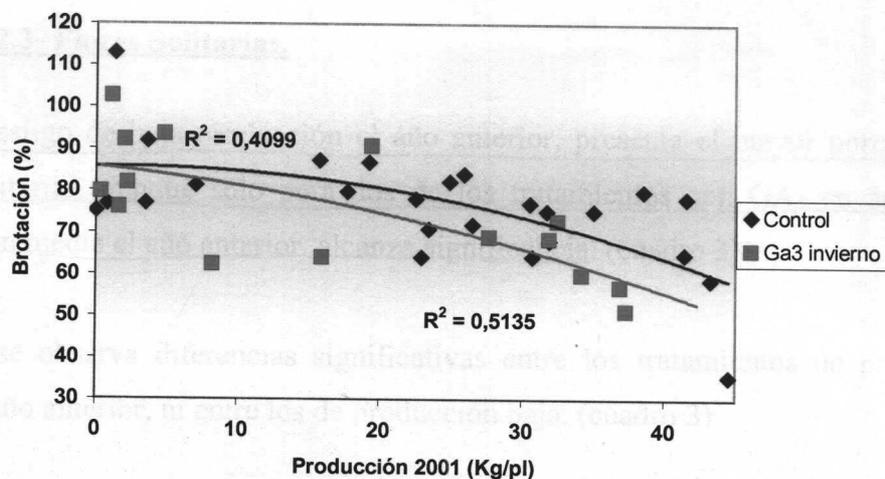


Figura 4- Influencia de Cosecha 2001 y aplicación de GA₃ en la brotación.

4.1.2- Distribución de la brotación por tipo de brote.

4.1.2.1- Brotes Vegetativos y de Flor Terminal.

Los resultados observados para estos dos tipos de brotes son similares para los diferentes tratamientos. (cuadro 3)

Los tratamientos de baja producción el año anterior (Gi y Tb) presentan los menores porcentajes de brotes vegetativos y terminales, aunque solo se diferencia significativamente con dos de los tratamientos de producción media el año anterior (Tm y A). El resto de los tratamientos presenta valores intermedios no significativos, para estos tipos de brote. (cuadro 3)

La aplicación de GA₃ en invierno no produjo cambios significativos en los porcentajes de brotes vegetativos y terminales, en los tratamientos de baja producción, ni en los de producción media el año anterior, con respecto a sus testigos. (cuadro 3)

4.1.2.3- Flores Solitarias.

El testigo de baja producción el año anterior, presenta el mayor porcentaje de flores solitarias, aunque solo para dos de los tratamientos con GA₃ en árboles de producción media el año anterior, alcanza significancia. (cuadro 3)

No se observa diferencias significativas entre los tratamientos de producción media el año anterior, ni entre los de producción baja. (cuadro 3)

Dentro de los tratamientos de producción media, los tratamientos que recibieron aplicación de GA₃ en invierno (GiA y GiGp) tuvieron los menores porcentajes de flores solitarias, con diferencias no significativas con respecto a los testigos. La misma situación se observa para el caso de los tratamientos de baja producción el año anterior, donde el tratamiento Gi tuvo un menor porcentaje, sin llegar a ser significativa la diferencia. (cuadro 3)

4.1.2.4- Brotes Mixtos.

Los diferentes niveles de producción en el año anterior, la aplicación de GA₃ invernal, no presentan diferencias significativas para este tipo de brote. (cuadro 3)

4.1.2.5- Inflorescencias.

El tratamiento testigo de producción media el año anterior (Tm) presenta el menor porcentaje de inflorescencias promedio, con significancia al tratamiento GiGp y GpA. (cuadro 3)

El porcentaje de inflorescencias fue similar entre los tratamientos de producción baja y media el año anterior, no encontrándose diferencias significativas. (cuadro 3)

4.1.2.6- Cuadro resumen.

Cuadro 3- Porcentaje por tipo de brote según tratamiento.

Trat.	% brot. veg.	% flor ter.	% flor solit.	% mixtos	% inflores.
A	6,13 a	2,86 ab	21,80 ab	19,26 a	49,95 bc
Tm	(3,42)ab	3,84 a	(21,98)ab	21,78 a	(48,9)e
Gp	1,92 abc	1,25 abcd	23,15 ab	22,22 a	51,46 bc
GpA	1,80 bc	0,85 bcd	20,89 ab	15,37 a	61,09 ab
GiA	1,43 bc	1,98 abc	17,76 b	23,97 a	54,87 abc
GiGp	0,81 bc	0,86 bcd	13,30 b	20,97 a	64,07 a
Tb	0,10 c	0,18 d	24,80 a	18,10 a	56,81 abc
Gi	0,06 c	0,54 cd	21,93 ab	21,83 a	55,64 abc

Valores en columnas seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

4.1.3- Efecto en la floración

4.1.3.1- Flores cada 100 nudos.

La densidad de floración se ubicó entre un mínimo de 201 y un máximo de 317 flores/100nudos. Se registraron diferencias significativas entre ambos testigos pero no entre los tratamientos con GA₃ invernal. (cuadro 4)

La aplicación de GA₃ invernal no disminuyó en forma significativa ($\alpha<0,10$) la intensidad de floración en los árboles de baja producción anterior (tratamientos Gi y Tb) ni en los de media (tratamientos GiGp, GiA y Tm). (cuadro 4)

Si se observan diferencias significativas entre los dos testigos, demostrando que hubo efecto de la producción del año anterior en la intensidad de floración, presentando mayor floración el testigo de baja carga, y menor el de media carga del año anterior. (cuadro 4)

Cuadro 4- Intensidad de floración según tratamiento (flores/100nudos).

Trat	Media	
Gi	317	A
Tb	292	A
Gp	261	A B
GiA	251	A B
GpA	251	A B
GiGp	238	A B
Tm	211	B
A -	201	B

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

4.1.4- Efecto en la relación fuente /fosa.

4.1.4.1- Relación fuente / fosa.

Tanto la aplicación de GA₃ invernal, como la carga del año anterior no afectaron significativamente la relación fuente fosa. (cuadro 5)

No se encuentran diferencias significativas en la relación fuente fosa, entre tratamientos.

Cuadro 5- Relación fuente/fosa según tratamiento.

Trat	Media	
Tm	0,298	A
A	0,296	A
Gp	0,238	A
GiA	0,232	A
Gi	0,182	A
GiGp	0,146	A
GpA	0,146	A
Tb	0,136	A

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

4.2- Efecto de la aplicación de Giberelina en primavera y anillado.

4.2.3- Cuajado

El porcentaje de cuajado fue significativamente menor en los tratamientos de baja carga anterior (Gi y Tb), en relación a los de media carga. Dentro de éstos, el anillado solo o combinado con GA₃ en primavera, muestra un incremento significativo con respecto a los testigos y a otros tratamientos. (cuadro 6)

Los tratamientos GiGp y Gp, los cuales tienen aplicación de GA₃ en primavera no presentaron diferencia significativa con el testigo. (cuadro 6)

Cuadro 6- Porcentaje de Cuajado según tratamiento.

Trat.	%cuajado	
A	3,81	A
GpA	3,48 -	A
GiGp	2,18	B
GiA	1,71	B
Gp	1,69	B
Tm	1,39	B
Tb	0,26 -	C
Gi	0,24 -	C

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

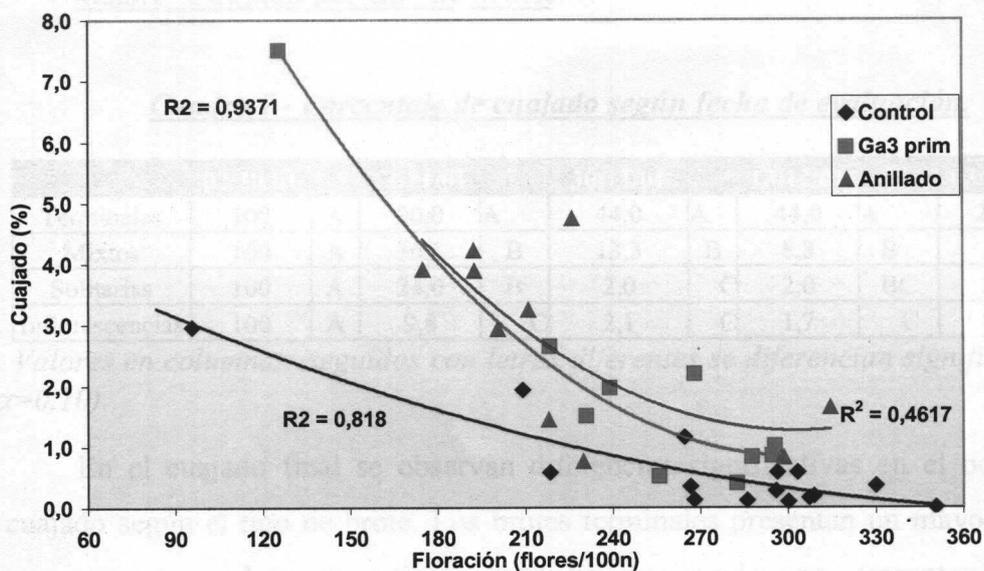


Figura 5- Relación floración-cuajado para tres tratamientos.

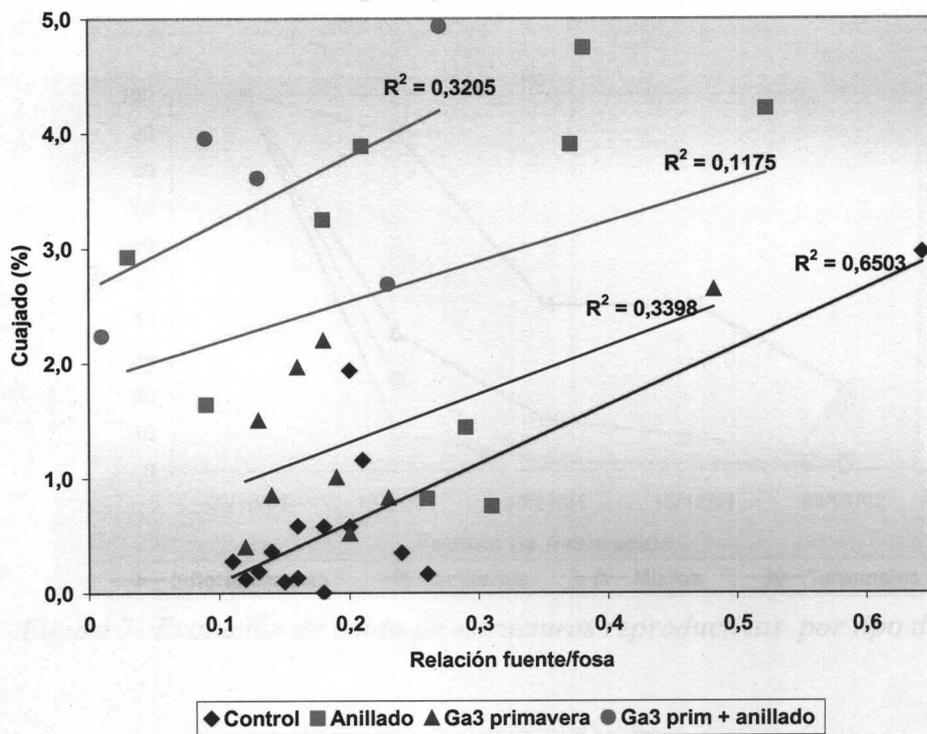


Figura 6- Relación entre porcentaje de cuajado y relación fuente / fosa según tratamiento.

4.2.3.1- Cuajado por tipo de brote.

Cuadro 7 - Porcentaje de cuajado según fecha de evaluación.

	02/10/01	13/11/01	30/11/01	13/12/01	03/01/02
Terminales	100	90,0	44,0	44,0	22,0
Mixtos	100	36,5	13,3	8,8	1,6
Solitarias	100	24,0	2,0	2,0	2,0
Inflorescencias	100	9,8	2,1	1,7	0,4

Valores en columnas seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

En el cuajado final se observan diferencias significativas en el porcentaje de cuajado según el tipo de brote. Los brotes terminales presentan un mayor porcentaje con respecto a los otros tipos de brote, los cuales no presentan diferencias significativas entre si.(cuadro 6)

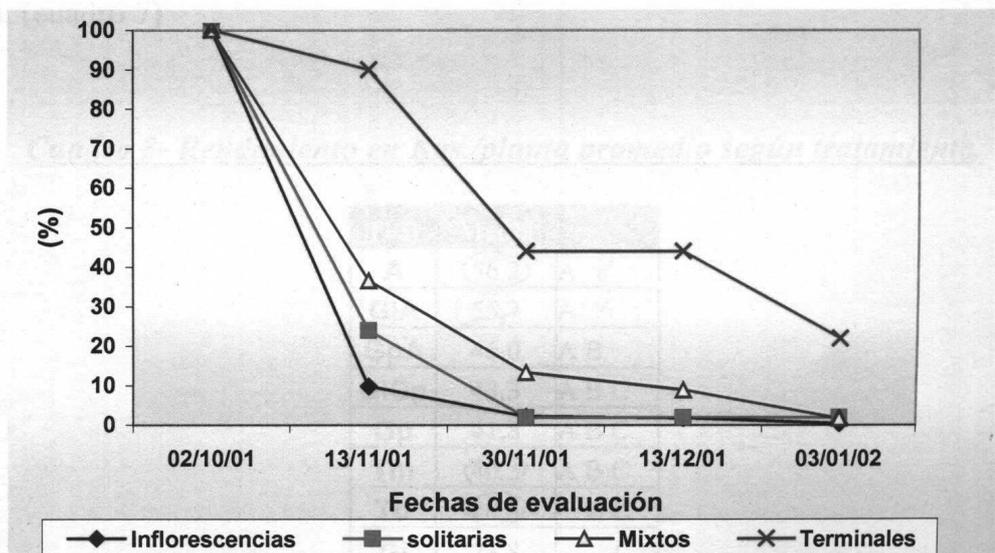


Figura 7- Evolución de caída de estructuras reproductivas por tipo de brote.

4.2.4- Rendimiento

4.2.4.1- Kgs. de fruta promedio por árbol.

Los resultados que se presentan en el cuadro 7, muestran que se verificaron diferencias entre tratamientos y poblaciones en estudio.

Los tratamientos A y GiA, ambos anillados en primavera con producciones medias el año anterior, presentaron una producción mayor, diferenciándose significativamente de los tratamientos Tb y Gi de baja producción anterior. El resto de los tratamientos presentan producciones intermedias. (cuadro 7)

Los tratamientos con producciones medias el año anterior no se diferencian significativamente, con producciones promedios que varían de 40,26 a 56,16 Kg / planta. (cuadro 7)

Cuadro 8- Rendimiento en Kgs./planta promedio según tratamiento.

Trat	Media	
A	56,2	A ✓
GiA	55,7	A ✓
GpA	46,0	A B
GiGp	43,3	A B C
Gp	41,8	A B C
Tm	40,3	A B C
Tb	28,5	B C
Gi	23,8	C

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

4.2.4.2- Número de frutos promedio por tratamiento.

Puede separarse dos grupos con diferencias significativas. El primero con el mayor número de frutos, que se corresponde con los tratamientos GiA, A y GpA (todos con anillado y producciones medias el año anterior). El segundo grupo corresponde a los tratamientos Tb y Gi, los cuales tuvieron un menor número de frutos.(cuadro 9)

Los tratamientos de anillado en árboles de producción media en la cosecha anterior, incrementan el número de frutos por planta en un promedio de 250 frutos con respecto a su testigo, aunque sin presentar diferencias significativas.(cuadro 9)

Cuadro 9- Número de frutos promedio por árbol según tratamiento.

Trat	Media	
GiA	746	A ✓
A	736	A
GpA	634	A
GiGp	503	A B
Gp	452	A B
Tm	452	A B
Tb	286	B ✓
Gi	229	B

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

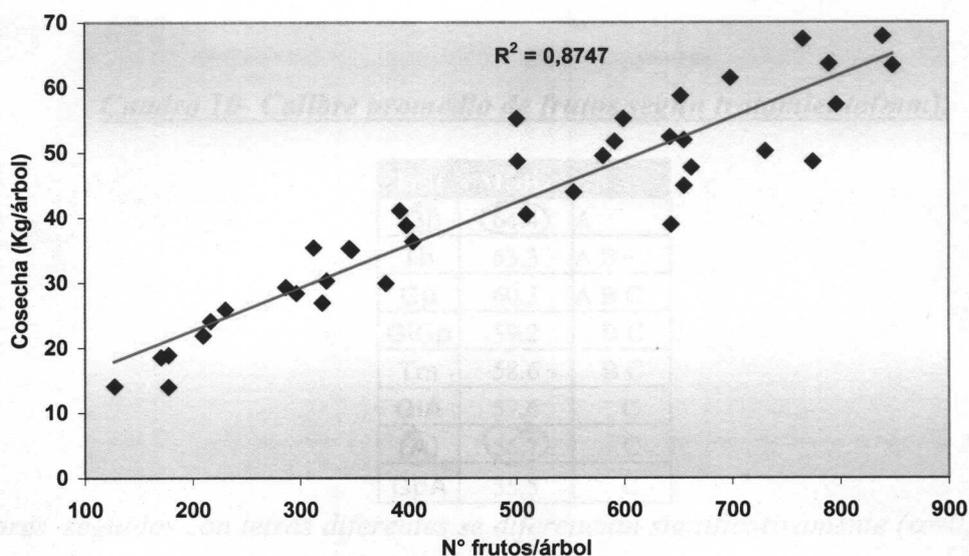


Figura 8- Relación entre el número de frutos por árbol y cosecha.

4.2.4.3- Calibre de la fruta.

Se puede hacer una división en dos grupos, el primero corresponde a los tratamientos de mayor calibre, en el cual se encuentran los tratamientos con baja producción el año anterior. La segunda agrupación corresponde a los tratamientos de menor calibre: GA₃ inv. + anillado en primavera, anillado en primavera, GA₃ primavera + anillado en primavera.

Los tratamientos con GA₃ en primavera no mostraron significancia con los tratamientos anillados.

5- Discusión

Cuadro 10- Calibre promedio de frutos según tratamiento(mm).

Trat	Media	
Gi	64.4	A
Tb	63.3	A B-
Gp	60.3	A B C
GiGp	59.2	B C
Tm	58.6	B C
GiA	57.6	C
A	56.7	C
GpA	55.5	C

Valores seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

La curva de evolución de calibres son similares para los dos niveles de producción. Los tratamientos con producciones bajas presentan un crecimiento de fruta a mayor tasa que los de producciones medias (figura 9).

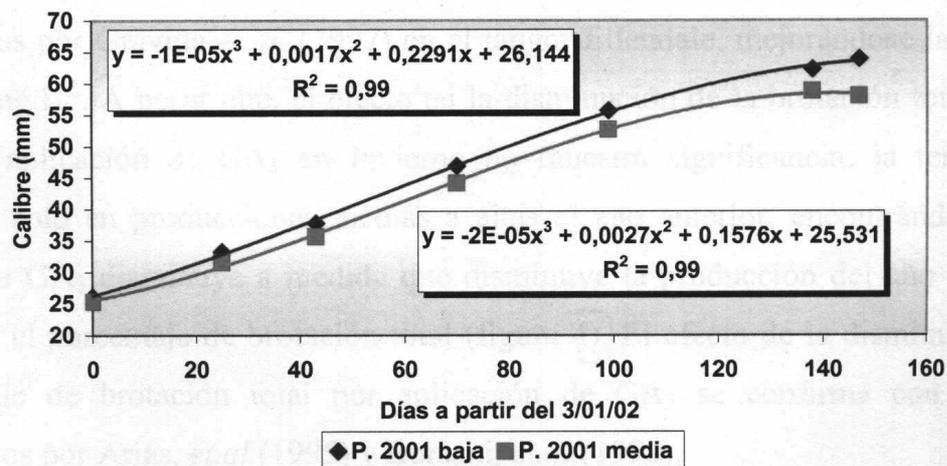


Figura 9- Curva de crecimiento ajustada para dos niveles de producción.

5- Discusión

5.1- Efecto del GA₃ invernal y la producción del año anterior.

Los árboles de mandarina Nova en estudio, presentan una muy alta intensidad de floración, independientemente de la carga de fruta el año anterior. Dentro de este alto nivel, los árboles de mayor carga de fruta el año anterior, tuvieron en promedio una reducción de 80 flores/100nudos en relación a los de menor carga, siendo esta diferencia estadísticamente significativa entre los dos testigos (cuadro 4), confirmando reportes anteriores de Arias *et.al.* (1996) y Rivas *et.al.* (2001).

Para las condiciones del ensayo, la aplicación de GA₃ (20 mg.L⁻¹) no resulta eficiente en reducir la brotación (cuadro 2), la floración (cuadro 4), ni en modificar la distribución porcentual por tipo de brote (cuadro 3). Resultados similares han sido reportados por Gravina *et.al.* (1997) en el tanger Ellendale, mejorándose la eficiencia con 40 mg.L⁻¹. A pesar que, el efecto en la disminución de la brotación total causado por la aplicación de GA₃ en invierno no muestra significancia, la tendencia se observa, solo en producciones medias a altas el año anterior, encontrándose que el efecto de GA₃ disminuye a medida que disminuye la producción del año anterior, y aumenta el porcentaje de brotación total (figura 4). El efecto de la disminución en el porcentaje de brotación total por aplicación de GA₃ se confirma con los datos publicados por Arias, *et.al.*(1995) y Borsani, *et.al.*(1992).

La diferencia entre intensidad de brotación y floración verificada entre las dos poblaciones, confirma el rol inhibitorio de la carga de fruta en el siguiente ciclo (figura 4 y anexo 2), confirmando reportes anteriores (Moss, 1971, Moss, *et.al.*1981; Guardiola, 1992; Rivas, *et.al.* 2001).

Considerando la variación por tipo de brote en función de la intensidad de floración (anexo 1), los brotes mixtos y las flores solitarias se muestran prácticamente constantes en el rango de floración evaluadas, que osciló aproximadamente entre 100 y 300 flores/100nudos. Las inflorescencias muestran una tendencia al aumento, mientras que los vegetativos y terminales disminuyen en forma significativa con el incremento de la floración. Esto confirma los reportes presentados por Rivas *et.al.* (2001). Por otro lado, Guardiola, *et.al.* (1997a y 1981) y Moss *et.al.* (1981) logran una disminución de la floración por aplicación de GA₃ durante la época de inducción floral, observando una redistribución de la brotación. El número total de flores se reduce como consecuencia del descenso del número de brotes florales sin hojas, al mismo tiempo que aumenta la proporción de brotes con hojas (con o sin flores).

La falta de respuesta a la aplicación de GA₃ en invierno, puede deberse a diferentes factores; la dosis puede haber sido baja para el nivel de floración esperado o que la aplicación no haya sido en el momento correcto. Según Gravina, *et.al.* (1997), la eficiencia de la respuesta de aplicación de GA₃ invernal, se encuentra vinculada a la concentración y fecha de aplicación, siendo mayor para 40mg.L⁻¹ que para 20mg.L⁻¹, y para aplicaciones a comienzos de julio que a comienzos de junio, para el Tangor Ellendale en Uruguay.

{ El comportamiento evaluado de mandarina Nova en este trabajo, confirma su clasificación dentro del grupo de variedades partenocárpicas improproductivas (Arias *et.al.* 1996 y Rivas *et.al.*, 2001). }

5.2- Efecto de GA₃ en primavera y anillado en la producción.

5.2.1- cuajado

Se observó que la floración y el cuajado están relacionados inversamente, a medida que disminuye la floración, el cuajado aumenta. Esto se confirma por varios autores (Agustí, *et.al.*, 1982; Gravina, *et.al.*, 1997; Guardiola, 1997a, 1997b; Moss, 1971), encontrando una relación inversa entre floración y cuajado, cuando las intensidades de floración son altas.

En citrus, el anillado ha demostrado ser efectivo en la mejora del cuajado, esta repuesta parece ser general para todas las especies y cultivares (Agustí, *et.al.* 1982; Goren, *et.al.* 1992; Gravina *et.al.* 1998). Para mandarina Nova, el anillado de tronco aumentó en forma significativa el porcentaje de cuajado con respecto al testigo (Rivas, 2002; Goren, *et.al.* 1992).

Las curvas de tendencias muestran que GA₃ en primavera tiene un efecto en el aumento del cuajado con respecto al control (figura 5), aunque no se encontró significancia con respecto al testigo (cuadro 6). Esta tendencia es confirmada para diferentes variedades por varios autores (Krezdorn, 1977; Guardiola, 1997b; Davies, 1997; Agustí, 1998). Monselise (1978), indicando que las aplicaciones de GA₃ y anillado en plena floración presentan efectos similares, y provocan una movilización mas fuerte de metabolitos hacia los frutos en desarrollo.

A medida que aumenta la intensidad de floración la eficacia de los tratamientos disminuye (figura 5). Las curvas que relacionan ambas variables tienen diferentes pendiente según se trate de árboles control o de árboles tratados, de modo que las diferencias en el cuajado debidas a la aplicación de GA₃ son evidentes cuando la

floración es media; si esta es muy intensa la eficacia del GA₃ es inexistente (Agustí *et.al.*, 1982).

Agustí *et.al.* (1998) explica que, la aplicación de GA₃ incrementa el número de frutos que inician el desarrollo, pero si este es muy elevado, consecuencia de una floración intensa, la abscisión no se evita, aunque se pospone. Por el contrario si el número de flores es reducido, la competencia es baja por un menor número de ovarios que inician su desarrollo. Tras la aplicación de GA₃, no solo aumenta el número de frutos que inician el desarrollo, sino que también persisten, aumentando el porcentaje hasta cosecha.

En el estudio del cuajado por tipo de brote se observan diferencias en el porcentaje de cuajado final. Esto lo confirman Miller y Hofman (1988), Talón *et.al.* (1997) y Guardiola (1997b), explicando que el cuajado es generalmente mayor en ovarios y frutos pertenecientes a inflorescencias con hojas que las que pertenecen a inflorescencias sin hojas, indicando la posibilidad de que las hojas jóvenes de las inflorescencias tengan una eficiencia fotosintética mayor durante el periodo inicial del crecimiento del fruto, permitiendo un mayor aporte de carbohidratos a los ovarios que sustentan (ver Anexo 2). Talón *et.al.* (1997), indica que cuanto mayor es la relación hoja/flor del brote mas tarde se produce la brotación y destaca el hecho de que las brotaciones iniciales (inflorescencias) son extremadamente profusas, lo cual probablemente aumente considerablemente la competencia de estos órganos por nutrientes, hormonas y compuestos fotoasimilados, incrementando su probabilidad de abscisión. Por otro lado las brotaciones mixtas y de flor terminal, mucho menores en intensidad, surgen en un periodo mas tardío, con un menor número de órganos en crecimiento y por tanto en momentos de menor competencia, debido a las abscisiones masivas y precoces de las inflorescencias.

Las curvas de abscisión presentan diferentes pendientes según el tipo de brote. Los brotes con hojas presentan un retraso en la abscisión en comparación con los brotes sin hojas. Según Hofman (1988), la tasa de caída de frutos es rápida a partir de

plena floración, pero ésta depende del tipo de brote. La abscisión en inflorescencias sin hojas presenta una tasa inicial de caída mayor, en contraposición, los brotes con hojas presentaron mayor retención, con un mayor porcentaje de cuajado (ver Anexos 3 y 4).

Dentro de los brotes con hojas, en brotes terminales que presentan una sola flor, la tasa de abscisión se retrasa con respecto a los brotes mixtos, lo mismo sucede en los brotes sin hojas en los cuales las inflorescencias presentan una tasa de caída inicial mayor que la de las flores solitarias. Esto demuestra la competencia que existe entre flores, dentro del brote. Talón *et.al.* (1997), indica que cuanto mayor es la relación hoja/flor del brote mas tarde se produce la brotación y mayor probabilidad de cuajado presentan los brotes que portan. El incremento en la tasa de cuajado parece relacionarse por tanto, con el retraso de la brotación y/o con la presencia de hojas, sin que quede esclarecido si en realidad este incremento es un efecto combinado de ambos factores o depende exclusivamente o en mayor medida de uno o de otro.

5.2.2- rendimiento

La correlación negativa observada entre intensidad de floración y producción, es típica en las variedades que presentan comportamiento de tipo improductivo. Esto se debe al alto nivel de floración de esta variedad, y a una redistribución de los tipos de brotes que se produce cuando aumenta la intensidad de floración, con la consecuente disminución de la calidad de la flor y su probabilidad de cuajado. Debido al incremento del número de flores y al aumento de la competencia por metabolitos se produce una caída masiva de flores (Arias *et.al.*, 1996; Agustí, 2000; Rivas *et.al.*, 2001).

Los tratamientos con baja carga anterior (Tb y Gi), con bajos porcentajes de cuajado, fueron los que presentaron los menores niveles de rendimiento (23,8 y 28,5 Kgs./pl.). Los tratamientos con anillado solo o combinado con GA₃ en primavera, presentaron un mayor porcentaje de cuajado, obteniendo los mayores rendimientos (56 Kgs./pl.) (anexo 8), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas con el

resto de los tratamientos de producción media del año anterior (cuadro 8). Esto podría explicarse en parte a la relación directa existente entre el porcentaje de cuajado y la producción. La correlación existente entre estas dos variables es de 0,54 (datos sin publicar).

Las variables, número de frutos / árbol y producción se encuentran correlacionadas en forma positiva, presentando una correlación de 0.94 (figura 8). Estos resultados se corroboran con los publicados por Guardiola (1988).

En el ensayo, el número de frutos por árbol varió aproximadamente entre 120 y 850 frutos, observándose una correlación negativa entre el número de frutos por árbol y el peso promedio por fruto ($r = -0.73$) (Anexo 10). Guardiola (1992) y Agustí (1999) señalan que la correlación encontrada entre estas variables rara vez explica más de un 50% de la variabilidad del tamaño del fruto. Se ha señalado repetidamente una relación inversa entre el número de frutos cosechados y su tamaño individual, pero dicha relación, para estos autores no es lineal, y el peso del fruto solo está determinado por su número cuando este es inferior a un determinado nivel, distinto según la variedad. Por encima del mismo, el tamaño del fruto alcanza un límite y no depende del número de los cosechados, lo que algunos autores han atribuido, sin más, al potencial genético de la especie (Monselise, 1997, citado por Agustí, 1999).

5.3- Análisis económico.

Se realizó un análisis de márgenes, con la finalidad de analizar la viabilidad económica del anillado y la aplicación de GA₃.

Cuadro 11- Diferencia de producción entre anillado y testigo.

Tratamiento	Producción(Kg/pl)	Producción(Kg/ha)
Anillado	56,0	33.905
Testigo	40,3	24.422
Diferencia	15,7	9.483,7

Cuadro 12- Diferencia de producción entre GA₃ Primavera y testigo.

Tratamiento	Producción(Kg/pl)	Producción(Kg/ha)
GA ₃ Primavera	42,6	25.785
Testigo	40,3	24.422
Diferencia	2,3	1.363,3

El costo de anillado es U\$S 14 /ha, correspondiente a dos jornal/ha, asumiendo que la capacidad de anillado es aproximadamente de 300 pl/día/persona.

Para la estimación del costo del tratamiento con ácido giberélico se tiene en cuenta los costos de aplicación, del GA₃ y del ácido fosfórico utilizado para regular el pH del agua. Se asume un costo de aplicación aproximado de U\$S 10 /ha, un costo de GA₃ de U\$S 34/ha, equivalente a 34 grs de GA₃/ha, y un costo de U\$S 2/ha para el ácido fosfórico.

Para la realización de los márgenes se tiene en cuenta el incremento en el rendimiento de cada tratamiento con respecto al testigo. El precio promedio se estima en U\$S 292 por tonelada de fruta producida.

Cuadro 13- Margen bruto según tratamiento.

Tratamiento	Incremento(US\$/ha)	C. Directos(US\$/ha)	M. bruto(US\$/ha)
Anillado	2.769	14	2.755
GA ₃ prim.	398	46	352

6- Conclusiones

La variedad de mandarina Nova se presentó como típicamente improductiva para las condiciones del experimento.

La producción tiene un efecto directo en la floración del año siguiente. Con producciones bajas, las floraciones del año siguiente son excesivas, provocando una redistribución de los tipos de brote, con la consecuente disminución de la calidad de la flor y un aumento de la competencia por metabolitos lo que redundó en una disminución de su probabilidad de cuajado.

--La aplicación de GA₃ invernal a 20 mg.L⁻¹ no modificó la intensidad de floración ni los patrones de brotación para las condiciones del experimento. ≈

La aplicación de GA₃ en primavera a 20 mg.L⁻¹ no presentó una modificación en los componentes del rendimiento, sin embargo se observa una tendencia favorable al aumento del cuajado, y por tanto de la producción. -

La práctica de anillado demostró ser la técnica más eficiente para incrementar el rendimiento, provocando un aumento promedio del 39 por ciento con respecto al testigo, para las condiciones del experimento.

7- Resumen

La mandarina “Nova” (*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. X (*Citrus paradisi* Macf. X *Citrus tangerina* Hort. ex Tan)), es una variedad que en los últimos años ha cobrado importancia a nivel comercial, significando el 5,05 porciento del total exportado de cítricos y el 17 porciento del total de las mandarinas exportadas en el año 2001.

Dicha variedad presenta problemas productivos, debido a una excesiva floración lo que redundo en un bajo cuajado, y posterior cosecha.

En función del comportamiento de la variedad es que se realizó este trabajo, evaluando si, disminuye la floración por la aplicación de 20 mg/L^{-1} de ácido giberélico en invierno, y si aumenta el cuajado por aplicación de 20 mg/L^{-1} de ácido giberélico en primavera y por anillado en la misma época (15DCP).

El ensayo se realizó en la localidad de Kiyú, en el departamento de San José (Sur del País), en un predio comercial. Los árboles utilizados fueron de 6 años de edad, injertados sobre *Poncirus Trifoliata* (L.), en condiciones de fertirriego.

La aplicación del ácido giberélico en el período invernal no tuvo efecto en disminuir la floración.

En primavera la aplicación de esta hormona no tuvo un efecto significativo en el incremento del cuajado con respecto a su testigo, aunque se observaron tendencias al aumento.

Cuando los tratamientos se realizaron en forma conjunta, esto es, ácido giberélico y anillado en primavera, no superaron nunca los niveles de cuajado y rendimiento que presentaban los tratamientos con anillado solamente

El tratamiento que mostró tener mayor eficacia, en incrementar el cuajado y producción de forma significativa para las condiciones del experimento fue el anillado. Con esta técnica el rendimiento obtenido fue 9,483 Ton/há mayor que la del testigo.

7.1- Summary

The “Nova” mandarin (*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. X (*Citrus paradisi* Macf. X *Citrus tangerina* Hort. ex Tan)), its a variety that in the last years had become more important in the export market, with a contribution of 5,05 percent to the total citrus exported during 2001, and 17 percent of the mandarins.

This variety presents productivity problems, because normally an excessive flowering, provokes low fruit set and yield.

According with the behaviour of this variety is decided to evaluate, the reduction of flowering by the application of gibberellic acid in winter at 20 mg/L⁻¹, and the increase in fruit set applying gibberellic acid at 20 mg/L⁻¹ in full bloom and/or girdling 15 days after petal fall.

The evaluation was conducted in a commercial orchard located in the area of Kiyú, department of San José (south of the Country). The trees used were 6 years old, on *Poncirus trifoliata* (L.) rootstock and under fertigation conditions.

Gibberellic acid applications in winter, had no effect in the reduction of flowering.

In spite of the tendency observed, the application of this hormone in spring do not have a significant effect in the increase of fruit set comparing with the control.

Under the experiment conditions, girdling was the more effective treatment to increase fruit set and yield, with significant differences. The increase of production, in comparison with the control, was a total of 9,483 Ton/há, .

Gibberellic acid and girdling in spring, applying together, do not increase levels of set and yield comparing with treatments of girdling alone.

8- Bibliografía

- AGUSTÍ, M., GARCÍA-MARI, F., and GUARDIOLA, J.L. 1982. Gibberellic acid and fruit set in Sweet Orange. *Scientia Horticulturae* 17:257-264.
- AGUSTÍ, M. 1985. Aumento del tamaño del fruto en mandarina, factores y tratamientos. *Agrícola Vergel* 45:559-562.
- AGUSTI, M. 1987. Aspectos prácticos de interés en la utilización de reguladores del desarrollo en el cultivo de los agrios. *Agrícola Vergel* 70: 467-470.
- AGUSTI, M. 1988. Rayado y estímulo de la floración en los agrios. Su aplicación agronómica. *Actas III Congreso S.E.C.H.*
- AGUSTÍ, M. y ALMELA, V. 1989. El cultivo de la mandarina Fortune en España. Problemas y perspectivas. *Frut. Prof.* 25: p39-48.
- AGUSTÍ, M. 1998. Desarrollo inicial de los frutos cítricos. III Congrés Citrícola de L' Horta Sud. p.91-106.
- AGUSTÍ, M. 1999. El Desarrollo de los Frutos Cítricos. Factores y Estímulos. IV Congreso de Citricultura de la Plana. p 70-99.
- AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Ediciones Mundi-Prensa. 416p.
- ARIAS, M., SAENZ, A. y VIDAL, F. 1995. Efecto de aplicaciones invernales de ácido giberélico y rayado en floración en la productividad del Tangor Ellenale. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 98p.
- ARIAS, M., RONCA, F., ARBIZA, H. and GRAVINA, A. 1996. Reproductive Phenological Behaviour of "Nova" and "Clementina de Nules" Mandarins in Uruguay. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:1052-1056.
- BORSANI, J., PATTARINO, E. y RONCA, F. 1992. Efecto del ácido giberélico en la floración, cuajado y producción de mandarina Ellendale (*Citrus sinensis* L. Osb. X *C. Reticulata* Bl.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 56p.
- CODINA, J.C. 1998. La citricultura en el MERCOSUR "Generalidades". La producción de cítricos en el Uruguay. III Congrés Citrícola de L' Horta Sud. p 129-168.
- COMISIÓN HONORARIA DEL PLAN CITRÍCOLA, 1997. Censo de 1996 y estadísticas de producción y exportación. pp 100.

- COHEN, A. 1977. Girdling effects on tree performance. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1: 178-181.
- COHEN, A. 1981. Resent development in girdling of Citrus trees. Proc. Int. Soc. Citriculture. p196-191.
- COHEN, A. 1984. Effects of girdling date on fruit size of Marsh seedless grapefruit. Journal Horticultural Science. 59:567-573.
- DAVENPORT, T. 1986. Flowering of Tahiti Lime. Citrus flowering, fruit set and development. Short Course, March 26-27, 1986. Florida, USA. p 1-86.
- DAVIES, F.S. 1986. Fruit drop problems of citrus. Citrus flowering, fruit set and development. Citrus Short Course, March 26-27, 1986. Florida, USA. p 46-52.
- DAVIES, F.S. 1997. Growth regulator and fruits set of citrus. Citrus Flowering and fruiting Short course. March 26-27, 1986. Florida, USA. p 75-78.
- DELHOM, M. J. y PRIMO MILLO, E. 1989. Influencia de las Hormonas en el Cuajado de los Frutos Agrios. Serie Técnica, Generalitat Valenciana, Conselleria D'Agricultura I Pesca. 96p.
- GOLDSCHMIDT, E. 1997. Basic and practical aspects of citrus trees carbohydrate economy. Citrus flowering and fruiting Short Course, April 09-10, 1997. Florida, USA. p 62-72.
- GONZÁLEZ-SICILIA DE JUAN, E. 1960. El Cultivo de los Agrios. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Madrid, España. p364-365.
- GOREN, R., HUBERMAN, M. and RIOV, J. 1992. Effects of gibberellin and girdling on the yield of "Nova" (Clementine X "Orlando" Tangelo) and "Niva" ("Valencia" X "Wilking"). Proc. Int. Soc. Citriculture. p 493-499.
- GRAVINA, A., ARBIZA, H. y BALBI, V. 1994. Efecto de aplicaciones de Ácido Giberelico y Anillado sobre la Producción de Tangor Ellendale (*Citrus sinensis* L. Osb.X *C. reticulata* BL.) en Uruguay. Citricultura Profesional 61:17-23.
- GRAVINA A., ARBIZA, H., JUAN, M., ALMELA, V. and AGUSTÍ, M. 1997. Flowering-Fruiting Interrelationships in "Ellendale" Tangor under the Growing Conditions of Spain and Uruguay. Proc. Int. Soc. Citriculture, p1081-1085.
- GRAVINA, A., JUAN, M., ARBIZA, H., ALMELA, V., COELLI, V. y AGUSTÍ, M. 1998. Respuesta productiva del Tangor Ellendale (*Citrus sinensis* L. Osb.X *C. reticulata* BL.) a diferentes fechas de anillado. Agrociencia. 2(1):112-116.

- GRAVINA, A. 1999. Ciclo Fenológico-Reproductivo en Citrus. Bases fisiológicas y manejo. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 55p.
- GREENBERG, J. and GOLDSCHMIDT, E.E. 1988. The effectiveness of GA₃ application to Citrus Fruit. Proc. Int. Soc. Citriculture. Vol. 1. p 393-342.
- GUARDIOLA, J. L., AGUSTÍ, M. and GARCIA MARÍ, F. 1977. Gibberellic Acid and Flower Bud Development in Sweet Orange. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2: 696-699.
- GUARDIOLA, J. L. 1980. Aumento del tamaño del fruto en Satsuma y Clementinas. Levante Agrícola 23: 67-68.
- GUARDIOLA J. L., AGUSTI M., BARBERÁ J. y GARCÍA MARI F. 1981; Influencia de las aplicaciones de ácido giberélico durante la brotación en el desarrollo de los agrios. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.,20(1):139-143.
- GUARDIOLA, J. L., MONERRI, C. and AGUSTÍ, M. 1982. The inhibitory of gibberellic acid on flowering in *Citrus*. Physiol. Plant. 55: 136-142.
- GUARDIOLA, J.L. 1988. Factors limiting productivity in Citrus. A physiological approach. Proc. Sixth. International Citrus Congress. p 381-394.
- GUARDIOLA, J. L.1992. Fruit set and growth. Second International Seminar on Citrus. Bebedouro, Sao Paulo, Brazil. p 1-30.
- GUARDIOLA, J.L. 1997a. Overview of Flower bud induction, Flowering and Fruit Set. Citrus flowering, and fruiting Short Course, April 9-10. Florida, USA. p 5-21.
- GUARDIOLA, J. L. 1997b. Competition for carbohydrates and fruit set. Citrus flowering, and fruiting Short Course, April 9-10. Florida, USA. p 43-72.
- HOFMAN, P.J. 1988. Abscisic acid and gibberellin in the fruitlets and leaves of the "Valencia" orange in relation to fruit growth and retention. International Citrus Congress (6th). Proceedings. p355-362.
- IWAHORI, S., and OOHATA, J.T. 1981. Control of flowering of Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.) with Gibberelin. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:247-249.
- KREZDORN, A.H. 1969. The use of growth regulators to improve fruits set in citrus. Proc. First Intl. Citrus Symp. 3: 1113-1119.
- KREZDORN, A.H. and JERNBERG, D.C., 1977. Field evaluation of growth regulators for fruit set. Proc. Int. Soc. Citriculture 2: 660-663.

- KREZDORN, A.H. 1986. Flowering and fruit set of citrus. Citrus flowering, fruit set and development. Citrus Short Course, March 26-27, 1986. Florida, USA. p1-14.
- MILLER, J. E. and HOFMAN P. J. 1988. Physiology and Nutrition of Fruit Growth, with special reference to the "Valencia": A Mini-Review. International Citrus Congress (6th). Proceedings. p 503-510.
- MONSELISE, S.P., GOREN, R., and WALLERSTEIN, I. 1972. Girdling effects on orange fruit set and young fruit abscission. HortScience 7: 514-515.
- MONSELISE, S.P. 1978. Understanding of plant processes as a basis for successful growth regulation in citrus. Proc. Int. Soc. Citriculture. p 250-255.
- MOSS, G.I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. osbeck). Journal Hort. Sci, 44: 311-320.
- MOSS, G.I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*) . Journal Hort. Sci. 46:177-184.
- MOSS, G.I. 1972. Promoting fruit-set and yield in sweet orange using plant growth substances. Aust. Jour. Of Exp. Agr. And An. Husb. 12:96-102.
- MOSS, G. I. 1975. The use of growth regulators in Citriculture. Ime. Haeflingers (editor) *Citrus*, Ciba-Geigy Agrochem. Tec. Monogr. 4. Basel. p61-66.
- MOSS, G.I., BEVINGTON, K.B. and EL-ZEFTAWI, B.M. 1981. Alternate cropping of Valencia Oranges. Science Bulletin 88. 27p.
- RIVAS, F. 2001. Relaciones fructificación-floración en naranja "Valencia" [*Citrus sinensis* (L). Osb.]. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69p.
- RIVAS, F., GRAVINA, A. y SASSON, A. 2001. Informe de actividades Proyecto "Estudio del comportamiento de la mandarina Nova" (*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. X (*Citrus paradisi* Macf. X *Citrus tangerina* Hort. ex Tan)) en el sur del país. Programa CSIC-Sector Productivo, Modalidad 3. Período 2000-2001.
- RIVAS, F. 2002. Ajuste de técnicas de control de floración y cuajado en mandarina 'Nova' (VAL 64). Informe presentado a PREDEG. Período 2001-2002.
- SAS/SAT® Software: Changes and Enhancements trough Realease 6.12. SAS Institute Inc. 1997. 1167p.
- SAUNT, J. 2000. Sinclair International limited, Norwich, England. 69p.

-SOOST, R.K. and BURNETT, H. 1961. Effects of Gibberelling on yield and fruits characteristics of Clementin mandarin. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77: 194-201.

-TALÓN, M., TADEO, F.R., BEN-CHEIKH, W., and PRIMO-MILLO, E. 1997. Giberelinas y probabilidad de cuajado en las distintas brotaciones de Navel Frost. Agrícola Vergel 185: 280-286.

-TALON, M., MEHOUACHI, J., IGLESIAS, D.J., TADEO, F.R., LLISO, I., MOYA, J.L., GÓMEZ-CADENAS, A. y PRIMO-MILLO, A. 2002. Abscisión de frutos Cítricos: Bases fisiológicas que apoyan la "Hipótesis de la Competencia". Rev. Todo Citrus 16: 5-11.

9- Anexos

Anexo 1.

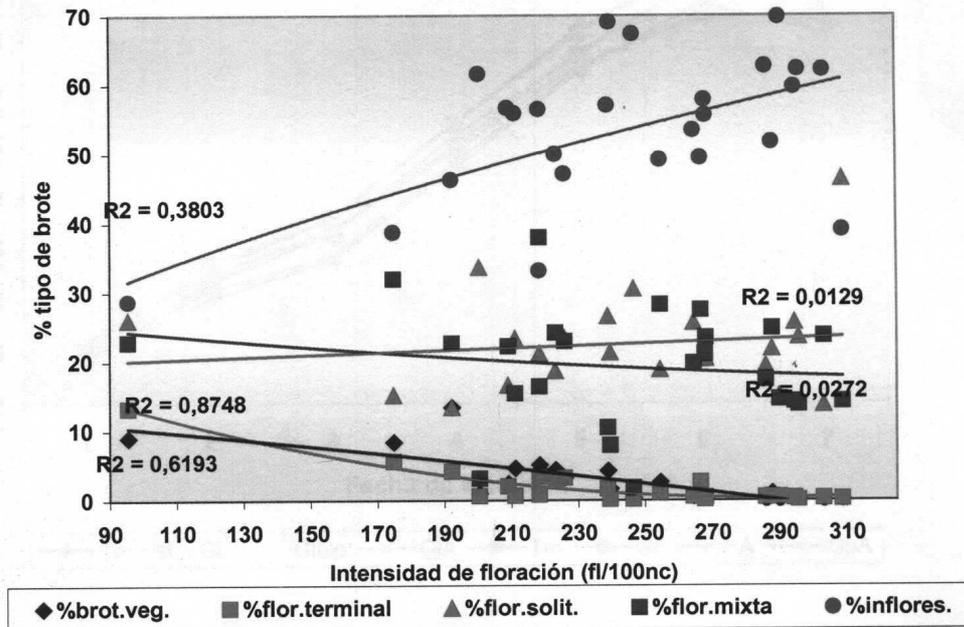


Figura 1- Relación entre tipo de brote e intensidad de floración.

Anexo 2.

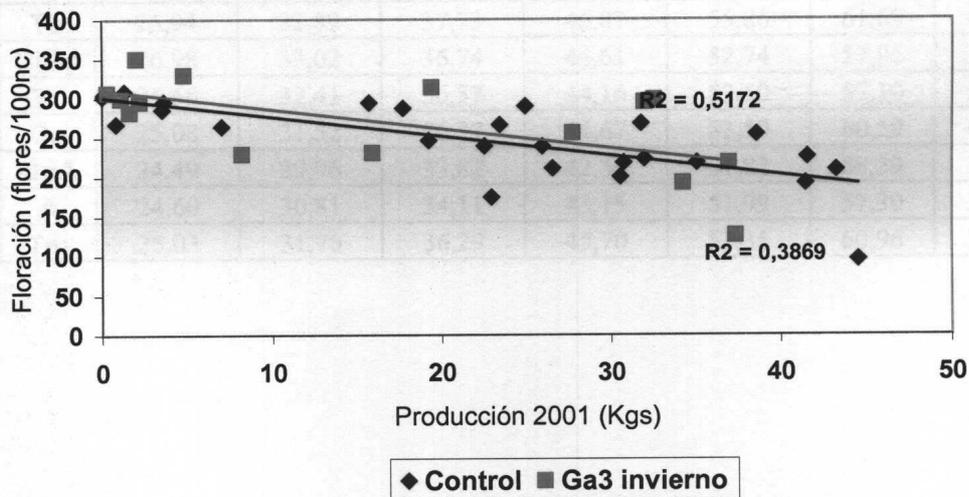


Figura 2- Relación entre producción 2001 y floración.

Anexo 3.

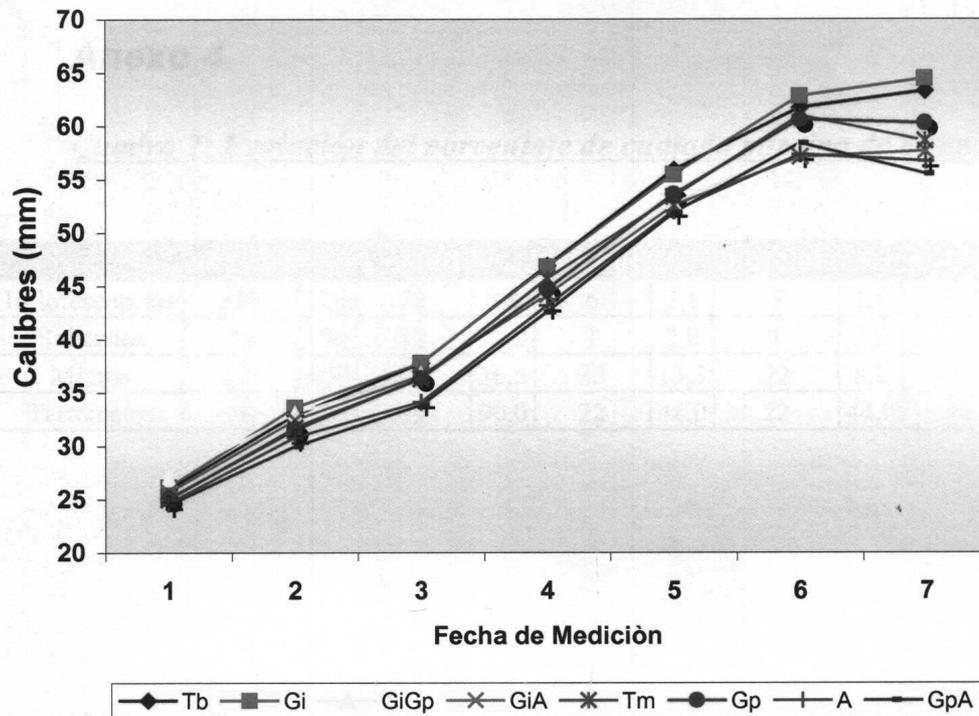


Figura 3: Evolución de Calibres según tratamiento.

Cuadro 1- Evolución de calibres según tratamiento.

TRAT.	03/01/02	28/01/02	15/02/02	14/03/02	12/04/02	21/05/02	30/05/02
Gi	26,14	33,60	37,77	46,80	55,45	62,77	64,43
Tb	25,94	32,89	37,73	46,87	55,86	61,69	63,29
GiGp	26,98	33,02	36,74	44,61	52,74	57,96	59,18
GiA	25,66	32,41	36,57	44,16	52,50	57,10	57,63
Gp	25,08	31,52	36,37	44,67	53,59	60,59	60,25
GpA	24,49	29,96	33,82	42,54	51,82	58,39	55,50
A	24,60	30,81	34,11	43,15	51,99	57,30	56,67
Tm	25,03	31,70	36,29	45,70	53,35	60,96	58,61

Anexo 4.

Cuadro 2: Evolución del porcentaje de cuajado por tipo de brote.

	02/10/01	%	13/11/01	%	30/11/01	%	13/12/01	%	03/01/02	%cuajado
Inflorescencias	286	100	28	9,8	6	2,1	5	1,7	1	0,35
Solitarias	50	100	12	24,0	1	2,0	1	2,0	1	2,00
Mixtos	249	100	91	36,5	33	13,3	22	8,8	4	1,61
Terminales	50	100	45	90,0	22	44,0	22	44,0	11	22,00

Anexo 5.

Cuadro 3: Intensidad de caída de flores (flores/día/árbol) por intervalo según tipo de brote.

Intervalo	terminal		mixto		solitario		inflorescencia	
1	0,02	A	0,98	A	0,18	A	1,23	A
2	0,26	A	0,89	A	0,13	A	0,26	B
3	0	B	0,18	B	0	B	0,02	B
4	0,11	A	0,21	B	0	B	0,04	B

Valores en columnas seguidos con letras diferentes se diferencian significativamente ($\alpha=0,10$).

Anexo 6.

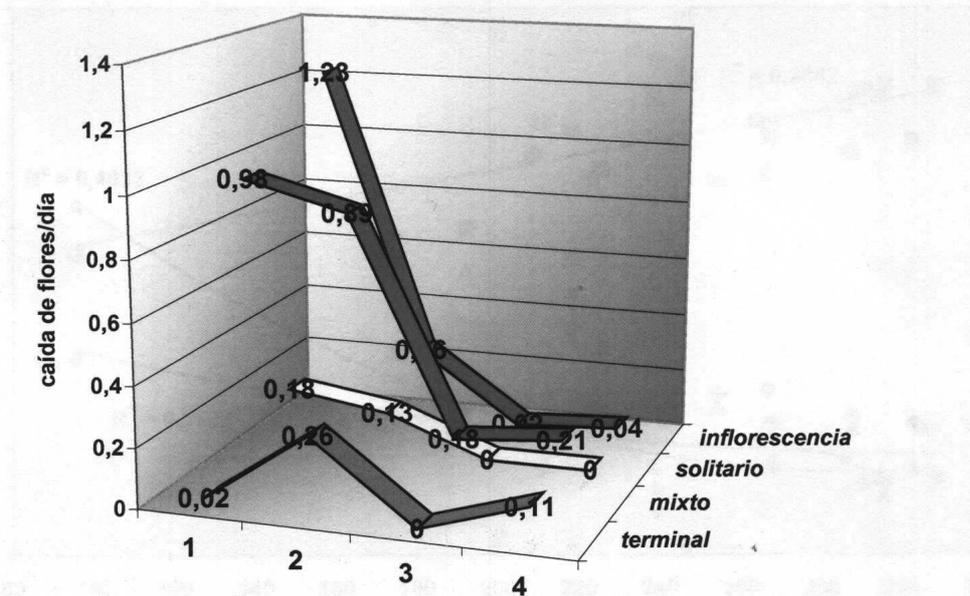


Figura 4: Caída de flores por día según intervalo de tiempo.

Los intervalos se definen como el tiempo transcurrido entre dos fechas de evaluación.

Anexo 7.

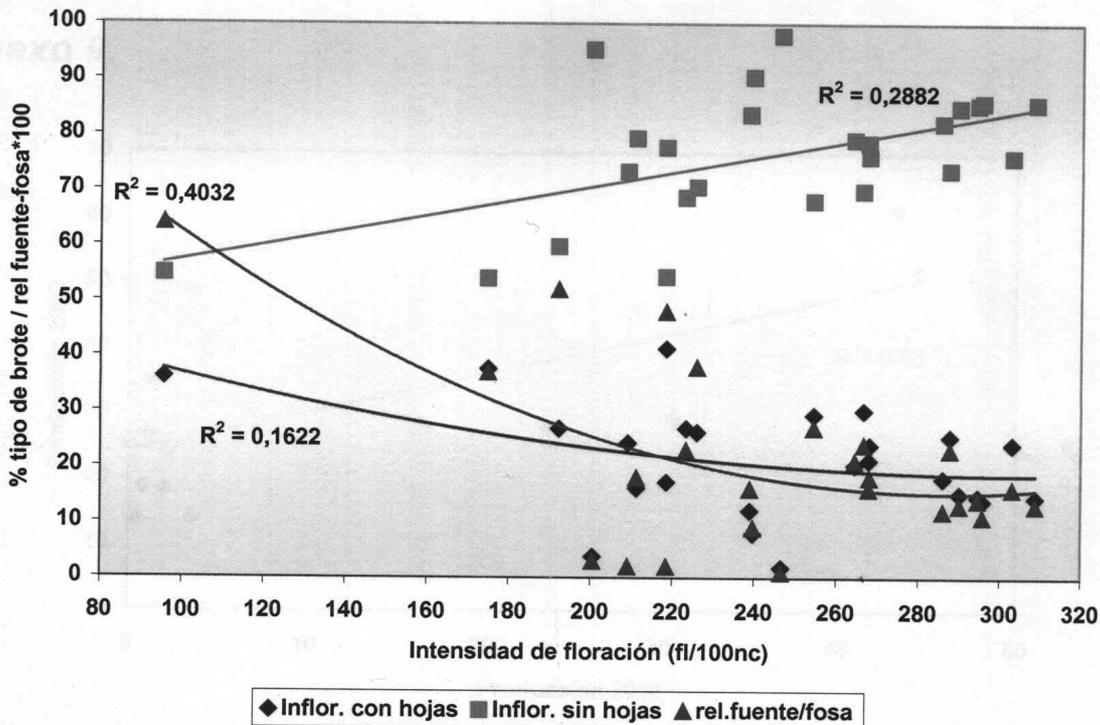


Figura 5: Relación entre intensidad de floración con los % de tipo de brote y la relación fuente/fosa.

Anexo 8.

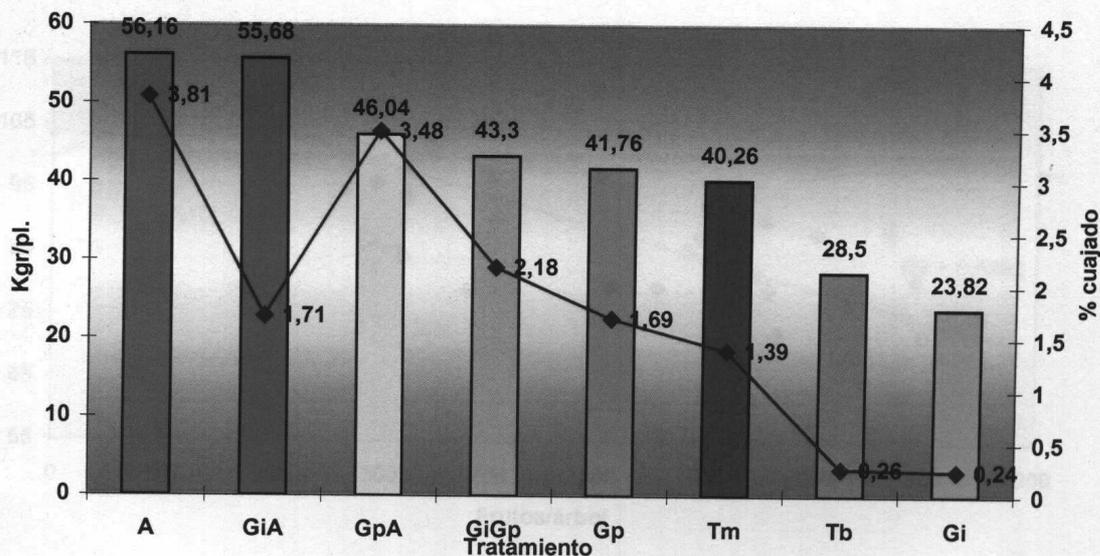


Figura 8: Relación entre número de frutos por label y su peso individual.

Figura 6: Producción y % de Cuajado según tratamiento.

Anexo 9.

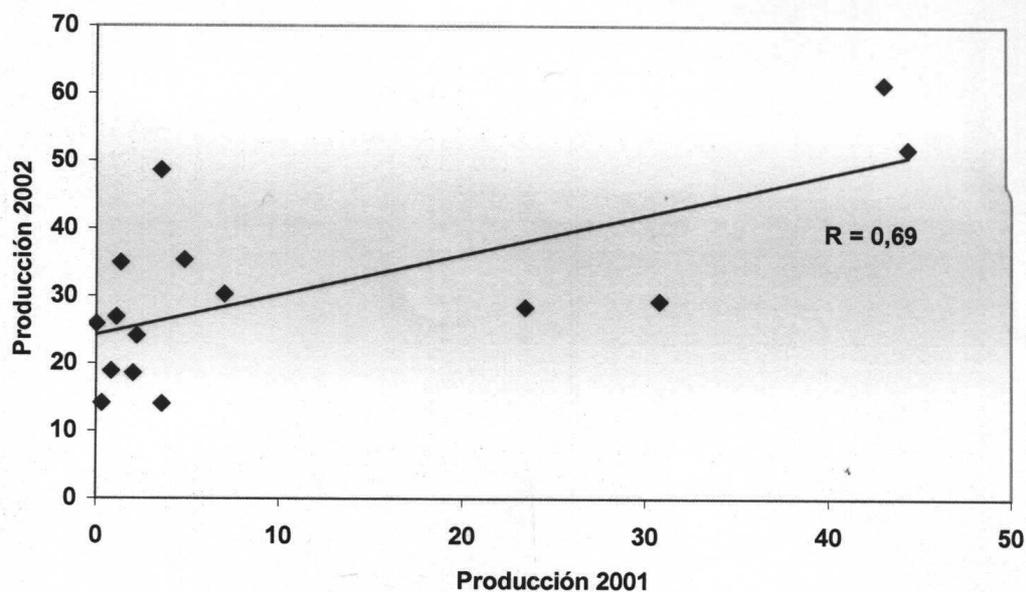


Figura 7: Correlación entre producción 2001 y producción 2002.

Anexo 10.

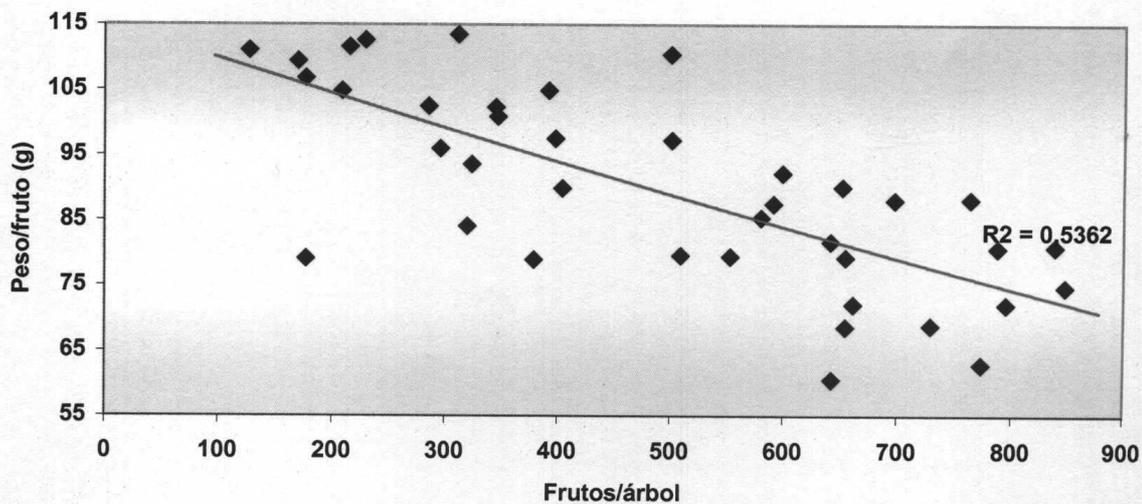


Figura 8: Relación entre número de frutos por árbol y su peso individual.