

INFLUENCIA DEL TIPO DE BROTE EN EL CUAJADO Y CRECIMIENTO DEL FRUTO DEL TANGOR ORTANIQUE

da Cunha Barros, M. y Gravina, A.¹

Recibido: 15/09/05 Aprobado: 08/06/06

RESUMEN

El presente estudio se realizó en plantas adultas de tangor Ortanique (*Citrus sinensis* L. Osb. x *C. reticulata* Bl.), ubicadas en una plantación comercial situada en Kiyú, departamento de San José (34° 60' LS), injertadas sobre *P.trifoliata* L. Raf., en condiciones de riego localizado. Se marcaron 400 brotes reproductivos (100 de flor terminal, 100 mixtos, 100 inflorescencias y 100 de flor solitaria) en un total de 25 plantas con un diseño completamente aleatorio. La intensidad de floración promedio de la población fue de 20 flores/100 nudos.

La abscisión de estructuras reproductivas se prolongó por un período de 90 días postfloración (DPF), concentrándose el 60% del total entre los 30 y 70 días. A partir de los 40 DPF, la abscisión de frutitos en brotes sin hojas fue mayor que en los foliados y dentro de éstos, mayor en los multiflorales.

El cuajado final, considerando todos los brotes fue alto, alcanzando el 15.3% del total de flores formadas. En conjunto, los brotes con hojas presentaron un porcentaje de cuajado significativamente mayor al de los brotes sin hojas. Considerando cada tipo de brote, los terminales alcanzaron el 39.2%, seguidos por los mixtos (16.8%), solitarios (9.9%) e inflorescencias (7.2%). Los brotes de flor terminal con 5 o más hojas cuajaron significativamente más que los de 1-4 hojas. El crecimiento de los frutos ajustó en todos los casos al modelo logístico, completando su desarrollo en 300 días. La máxima tasa de crecimiento se ubicó entre los 70 y 90 DPF para todos los tipos de brote. En conjunto, los frutos ubicados en brotes con hojas, uni o multiflorales alcanzaron un tamaño final mayor que los ubicados en brotes sin hojas, presentando un diámetro de pedúnculo significativamente superior.

PALABRAS CLAVE: abscisión, brotación, citrus, floración.

SUMMARY

SHOOT TYPE INFLUENCE ON FRUIT SET AND FRUIT GROWTH OF TANGOR ORTANIQUE

Shoot type influence in fruit set and fruit growth was studied in adult plants of tangor 'Ortanique' (*Citrus sinensis* L. Osb.x *C.reticulata* Bl.) grafted on *Poncirus trifoliata* L. Raf. under drip irrigation. The experiment was located in a commercial plot in Kiyú, San José (34° 60' SL). Four hundred reproductive shoots were tagged (100 leafy single flowered, 100 leafy multiple flowered, 100 leafless multiple flowered and 100 leafless single flowered shoots) in a total number of 25 plants in a complete randomized design. These plants presented a mean flowering intensity of 20 flowers/100nodes.

The abscission of reproductive structures lasted for a period of 90 days postbloom (DPB). Sixty percent of the total abscission was concentrated between 30 and 70 days. Fruitlet abscission in leafless shoots was higher than in leafy ones from 40 days after full bloom. In the latter group, multiple flowered shoots abscised more than single ones.

Final fruit set, considering all shoot types was high, reaching 15.3% of the total flowers. In the whole, leafy shoots presented a significantly higher fruit set percentage than leafless shoots. Considering each shoot type, leafy single flowered shoots reached 39.2%, followed by leafy multiple flowered (16.8%), leafless single flowered (9.9%) and leafless multiple flowered shoots (7.2%). Leafy single flowered shoots with five or more

¹Departamento de Producción Vegetal, Ecofisiología de Citrus, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Garzón 780. C.P. 12900. Montevideo, Uruguay

leaves presented higher fruit set than those with less than five leaves. Fruit growth in all cases adjusted to a logistic model, ending growth in 300 days. The highest growth rate was found between 70 and 90 days for all shoot types. Related to fruit size, fruits proceeding from leafy shoots reached higher values than those originated in leafless shoots, presenting a significantly higher peduncle diameter.

KEY WORDS: abscission, citrus, flowering, sprouting.

INTRODUCCIÓN

El cuajado de frutos en sentido estricto es el reinicio del crecimiento del ovario posteriormente a la antesis; en sentido amplio, comprende al período de crecimiento durante el cual el fruto puede sufrir abscisión (Talón, 1997). Este proceso es en general consecuencia de la polinización y fecundación de los óvulos; sin embargo, muchos cultivares de citrus son partenocarpicos, lo que permite el desarrollo de frutos sin semillas (Gravina, 1999).

Varios factores exógenos y endógenos condicionan y modifican la capacidad natural de cuajado de las variedades de Citrus. Las altas temperaturas en el período de antesis y post-antesis (Talón *et al.*, 1999), o el stress hídrico (Bower, 2000) son los principales factores del clima promotores de la abscisión. El cuajado a su vez, está relacionado con la competencia por carbohidratos, ya que los cítricos producen en general un número de flores muy alto, la mayor parte de las cuales no llegan a fructificar (Guardiola, 1992; Talón, 1997). Bustan & Goldschmidt (1998) determinan el costo energético de la floración en pomelos, concluyendo que la demanda de fotoasimilados desde la brotación hasta el final de la caída fisiológica, excede la capacidad de aporte del árbol. Iglesias *et al.* (2003b), mediante defoliaciones y aplicación exógena de sacarosa, demuestran la dependencia del cuajado de la disponibilidad de carbohidratos, proponiendo que éstos no actúan solamente como nutrientes sino también como disparadores de un proceso hormonal.

En los agrios, la floración se distribuye en diferentes brotes que Moss (1969) clasifica en 5 tipos básicos de crecimiento reproductivo: 1) **Terminales** con varias hojas y una flor en posición terminal; 2) **Mixtos** con más de una flor y pocas hojas; 3) **Mixtos** con más de una flor y un número de hojas mayor a la mitad del número de flores; 4) **Solitarios** de una sola flor y sin hojas; 5) **Inflorescencias** brotes de varias flores y sin hojas.

La presencia de hojas en el brote se muestra como un factor importante en el cuajado, debido a su capacidad para sintetizar y exportar metabolitos al fruto en desarrollo (Agustí & Almela, 1991). La presencia de determinados tipos de brotes es una característica varietal (Talón, 1997), los cuales presentan un orden diferente de aparición o de

desarrollo durante la brotación. Las yemas florales que originan estructuras reproductivas sin hojas, son las primeras en brotar produciéndose posteriormente la aparición de inflorescencias con hojas (Jahn, 1973; Lovatt *et al.*, 1984; Richardson & Blank, 1996). Por esto las estructuras reproductivas con hojas tienen un desarrollo más rápido, favorecido por temperaturas más altas avanzada la primavera, persistiendo por mayor tiempo y contribuyendo con un mayor porcentaje de frutos en la cosecha (Lovatt *et al.*, 1984).

Existe un comportamiento diferencial del fruto según el tipo de brote en que se origina, dado que existe una correlación positiva entre el peso del ovario y el peso de las flores completas, siendo mayor en inflorescencias con hojas que en inflorescencias sin hojas, independiente del número de flores por árbol (Guardiola *et al.*, 1984). La presencia de hojas en el brote determina un mayor porcentaje de cuajado y de frutos que logran un mayor tamaño final (Moss *et al.*, 1972), originándose estructuras con mayor poder de fosa (Hofman, 1990), debido en parte a un mayor contenido de giberelinas y citoquininas (Agustí & Almela, 1991).

Erner *et al.* (2000), confirman que los frutos ubicados en brotes con hojas presentan un cuajado mayor, explicado por la morfología y el sistema vascular de este tipo de brote, y que el transporte de agua al frutito es el factor principal que controla el cuajado de fruto. En contraposición, García-Luis *et al.* (2002), reportan que las diferencias en la tasa de formación del tejido de conducción en el pedicelo de frutitos en desarrollo, continúa más que precede, las diferencias en la tasa de crecimiento del fruto.

La tasa inicial de crecimiento del fruto está relacionada con la floración y con el tipo de inflorescencia en que se desarrollan las flores. Los frutos de las inflorescencias con hojas crecen más rápido que las de inflorescencias sin hojas (Guardiola *et al.*, 1984). Se ha demostrado que la presencia de hojas en el brote estimula el desarrollo a través de una mayor velocidad de crecimiento, apareciendo las primeras diferencias en el momento del cuajado, aumentando con el tiempo hasta la recolección (Agustí, 2003).

El tanger Ortanique, híbrido natural de naranja por mandarina originado en Jamaica (Saunt, 2000), presenta en las condiciones de Uruguay un comportamiento reproducti-

vo errático, tendiendo en general a las altas floraciones y bajo porcentaje de cuajado, en ausencia de polinización cruzada. En predios o parcelas donde se alcanza una buena producción, en el ciclo siguiente, la floración disminuye marcadamente. No existen reportes específicos sobre las causas de este comportamiento, ni sobre el efecto del tipo de brote en el cuajado y desarrollo de los frutos en este híbrido.

Los objetivos de este trabajo fueron: (a) realizar una caracterización diferencial del cuajado y del tamaño final del fruto según el tipo de brote en que se desarrolla y (b) determinar como afecta la relación hojas/flores del brote, el cuajado y crecimiento del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un predio comercial en la zona de Kiyú, en el departamento de San José (34° 60' LS), en un cuadro de la variedad Ortanique (*Citrus sinensis* L. Osb. x *C. reticulata* Bl.), injertados sobre naranjo trifoliado [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], en condiciones de riego localizado, de 10 años de edad. El marco de plantación era de 5,5 por 3 metros, con una densidad de 606 plantas por hectárea.

Los árboles utilizados presentaron una floración promedio de 20 flores cada 100 nudos. En 25 de ellos seleccionados por uniformidad, se marcaron en plena floración (15 de octubre) un total de 400 brotes (100 solitarios (S), 100 inflorescencias (I), 100 mixtos (M) y 100 terminales (T) (Figura 1).

En cada brote se registró el número de hojas y/o flores desde plena floración hasta finalizada la caída fisiológica, con una frecuencia de 14-15 días y se cuantificó el número de flores ó frutitos presentes por brote. A partir de 28 días

post-floración (DPF), se comenzó la medición del diámetro ecuatorial de los frutos, mediante el uso de calibre digital, la que continuó con frecuencia quincenal hasta el fin de la caída fisiológica (92 DPF); a partir de ese momento y hasta la cosecha (11 de agosto), las mediciones se efectuaron cada 20 días. Se llevó un registro de temperatura y humedad relativa diarias, desde floración hasta el fin de la caída fisiológica.

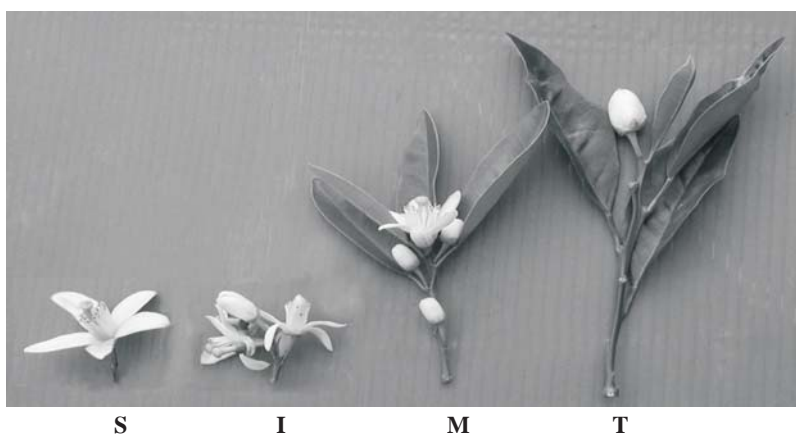
Los brotes de flor terminal y mixtos se clasificaron en 2 categorías de acuerdo al número de hojas y/o flores: Terminales A: 5 a 10 hojas, Terminales B: 1 a 4 hojas, Mixtos A: 5 a 6 flores y 5 hojas/brote, Mixtos B: 2 a 4 flores y 5 hojas/brote; los brotes multiflorales sin hojas en, Inflorescencias A: 4 a 6 flores, Inflorescencias B: 2 a 3 flores, El cuajado final se expresó en porcentaje: (a) base flor (número promedio de frutos finales/número de flores iniciales x 100) y (b) base brote (número promedio de brotes con frutos al fin de caída fisiológica/número de brotes iniciales x 100).

Análisis estadístico. Las variables continuas se analizaron por el Modelo Lineal Generalizado (procedimiento GLM del Programa SAS/STAT®, 1997) y la separación de medias por prueba Tukey. Las proporciones se analizaron por razón de verosimilitud, utilizando el Modelo Lineal Generalizado, (procedimiento GENMOD del Programa SAS/STAT®, 1997), asumiendo distribución binomial con función de enlace logit ($\log [p/(1/p)]$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abscisión y cuajado final.

La abscisión de órganos reproductivos se extendió por un período de 92 días post-floración (DPF), culminando a mediados de enero. Entre los 29 y 69 días se produjo la



S: Solitario, I: Inflorescencia, M: Mixto, T: Terminal.

Figura 1. Tipos básicos de brotes florales utilizados en el experimento, tangor 'Ortanique'.

mayor caída, acumulándose el 60% del total de las flores inicialmente formadas. Esta dinámica de abscisión no se relacionó con el régimen térmico, ya que no se verifican períodos de temperaturas promotoras de la caída en ese lapso (Figura 2). De acuerdo a Ruiz *et al.* (2001) se pueden distinguir dos fases durante el período de caída: una primera que dura aproximadamente 30 días donde las flores y frutitos abscisionan con el pedicelo y aparentemente no relacionados con una limitación de fuente, y una segunda, que dura hasta el fin del período de caída, en la cual los frutos se desprenden sin el pedicelo. Se ha propuesto que en esta segunda fase el principal factor promotor de la abscisión sería la competencia por carbohidratos provenientes de la fotosíntesis (Guardiola, 2000; Sanz *et al.* 1987).

Los frutos de mayor tamaño tienen más posibilidades de permanecer en el árbol y continuar su crecimiento (Agustí *et al.*, 1982). Como se observa en la Figura 3, los frutitos que a los 28 DPF presentaron un calibre promedio de 4,7 mm, en la siguiente fecha de medición (43 DPF), ya no permanecían en el árbol; en cambio sí continuaban, los que tenían un calibre promedio superior (5,9 mm). Estas diferencias en calibres se hicieron mayores en las siguientes

fechas post-floración, comenzando a ser estadísticamente significativas a partir de los 55 DPF. Estos resultados coinciden con los reportados por Zucconi *et al.* (1978), quienes proponen que al inicio del desarrollo todos los frutos presentan similares tasas de crecimiento y luego los frutos que van cayendo presentan una progresiva reducción de su crecimiento una o dos semanas antes de su abscisión.

La abscisión de frutos no es al azar, ya que parece existir un umbral en el tamaño del mismo, superado el cual, la caída no se produce (Agustí, 1987), respaldando la teoría de que existe una relación inversa entre el tamaño del ovario en desarrollo y su probabilidad de abscisionar (Zucconi *et al.*, 1978).

La dinámica de caída comenzó a diferenciarse de acuerdo al tipo de brote desde los 28 días post-floración, donde caen principalmente frutitos ubicados en brotes sin hojas. Esta diferencia en la retención entre tipo de brotes alcanzó significancia estadística a los 43 DPF, manteniéndose a partir de este momento un perfil de cuajado similar al cuajado final (Figura 4).

El porcentaje de cuajado final general en base flor, alcanzó a 15,3%, lo que puede considerarse alto para cítri-

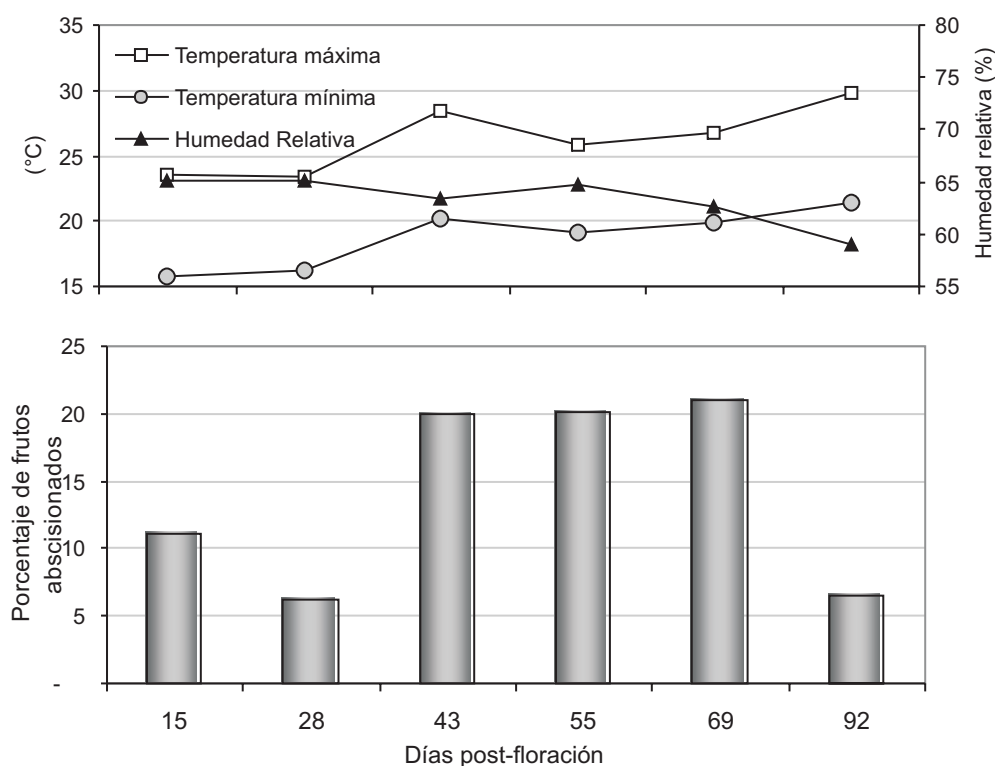


Figura 2. Evolución de la abscisión general de estructuras reproductivas en tangor 'Ortanique' y de las temperaturas máximas y mínimas durante el período post-floración. Datos obtenidos desde antesis hasta fin de caída fisiológica, en períodos de 15 +/- 3 días.

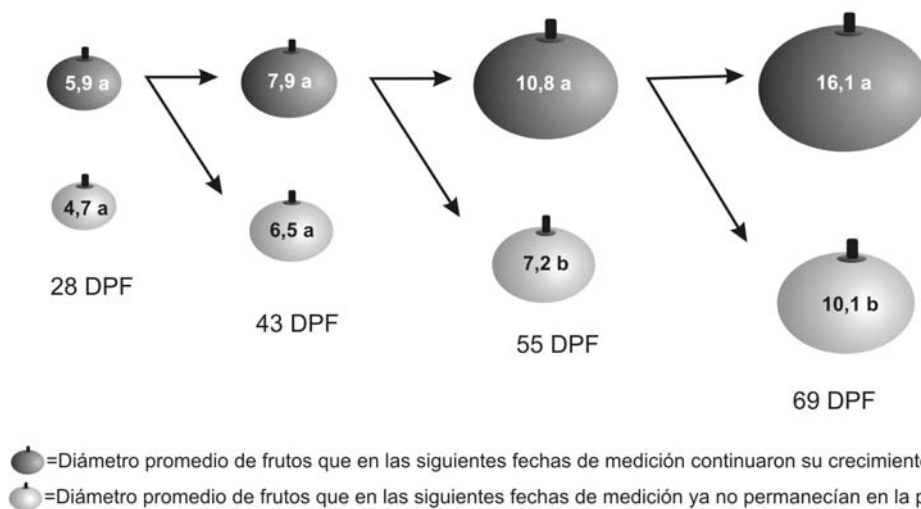


Figura 3. Relación entre el tamaño y la abscisión de frutitos, a los 28, 43, 55 y 69 días post-floración, tangor ‘Ortanique’.

cos, que en floraciones normales no supera el 10% de las flores inicialmente formadas (Agustí *et al.*, 1982; Goldschmidt & Monselise 1977; Guardiola, 1992). Al considerar el tipo de brote en que se desarrolla la flor se verificaron diferencias significativas, alcanzando un valor máximo de 39,2% en los brotes terminales y un mínimo de 7,2 en las inflorescencias (Cuadro 1).

Estos resultados confirman reportes previos en otros cultivares de citrus (Moss *et al.*, 1972; Jahn, 1973; Lovatt *et al.*, 1984; Ruiz *et al.*, 2001; Erner *et al.*, 2000), más allá de

Cuadro 1. Porcentaje de cuajado final en brotes terminales (T), mixtos (M), inflorescencias (I) y solitarios (S), tangor ‘Ortanique’. Valores expresados como frutos presentes en maduración : número de flores iniciales x 100.

Tipo de Brote	% de cuajado (base flor)
Terminales	39,2 a
Mixtos	16,8 b
Solitarios	9,9 c
Inflorescencias	7,2 c

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.10$).

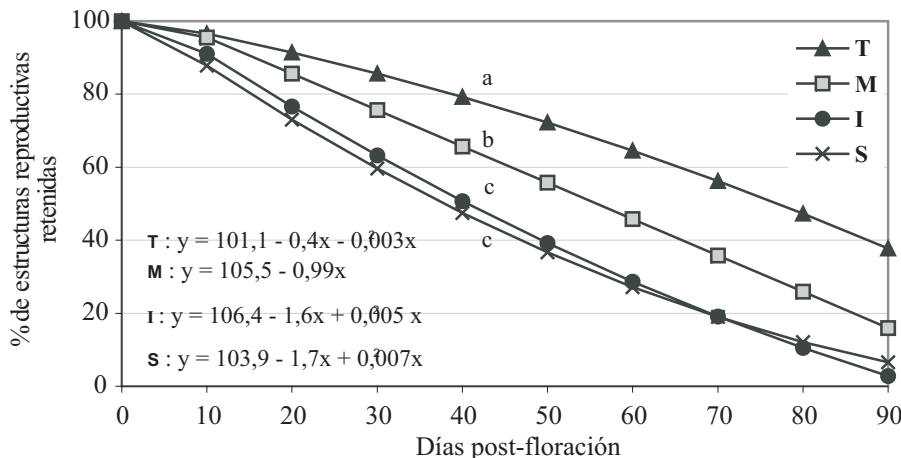


Figura 4. Curvas ajustadas de retención de frutitos en brotes terminales (T), mixtos (M), inflorescencias (I) y solitarios (S), desde antesis a fin de caída fisiológica, tangor ‘Ortanique’. Letras diferentes indican diferencias significativas entre pendientes de cada curva (Tukey, $p \leq 0.10$).

las diferencias metodológicas entre trabajos, algunos de los cuales no diferencian brotes uniflorales de multiflorales.

Los frutos originados de brotes sin hojas reciben los asimilados de hojas viejas, las cuales presentan una menor capacidad fotosintética que las hojas jóvenes (Moss *et al.*, 1972); a su vez, la cercanía de hojas jóvenes fuente de asimilados, se considera de importancia para explicar el mayor cuajado de estos brotes (Primo-Millo, 1985). Esta mayor eficiencia en la síntesis y exportación de metabolitos al fruto en desarrollo de las hojas jóvenes, origina ovarios de mayor desarrollo y por lo tanto con un mayor poder de fosa (Guardiola *et al.*, 1984), debido en parte a un mayor contenido de giberelinas y citoquininas (Hofman, 1990; Agustí & Almela, 1991) y menor de ABA (Erner *et al.*, 2000), dando como resultado un cuajado final más alto.

Sin embargo, otros autores (Jahn 1973; Lovatt *et al.*, 1984; Richardson & Blank, 1996;) atribuyen el mayor cuajado de los frutos ubicados en brotes con hojas, a que éstos son los últimos en aparecer, dando como resultado un desarrollo de cáliz, corola y ovario más rápido favorecido por las temperaturas más altas y por una competencia inicial menor, persistiendo por mayor tiempo y contribuyendo con un mayor porcentaje de frutos en la cosecha.

Desde una óptica anatómica, la mayor área de los sistemas vasculares de inflorescencias con hojas o inflorescencias con muchos frutos y sin hojas, aumenta la capacidad de transportar agua a los frutitos razón que explica la mayor persistencia de éstos en ese tipo de brotes (Erner *et al.*, 2000). Nuestros resultados no confirman esta propuesta, para las inflorescencias sin hojas, ya que en conjunto su cuajado final en base flor, es menor a los restantes tipos de brote (Cuadro 1).

Sin embargo, la importancia relativa de estos factores en la explicación del proceso de abscisión y cuajado de estructuras reproductivas en citrus sigue presentando controversias, por lo que debe ser dilucidado.

Relación entre el número de flores y/o hojas por brote y el porcentaje de cuajado

El análisis del cuajado en función de la relación hoja/flor o del número de flores por brote, se presenta en el cuadro 2. En los brotes foliados, el comportamiento entre multi y uniflorales fue diferente. En los mixtos, el cuajado final fue similar independientemente de la relación hoja-flor, lo que supone una capacidad compensatoria de aporte de asimilados en los mixtos B, con menor relación fuente-fosa. Este resultado se explica de acuerdo a Lenz (1978) por el incremento en la tasa fotosintética en las hojas, asociada a una mayor demanda por la presencia de mayor número de frutos.

En los brotes de flor terminal, por el contrario, el cuajado se incrementó en forma significativa en los brotes con 5 o más hojas, en relación a los de menor número, lo que se asocia a una mayor cantidad de asimilados disponibles para cada frutito. Adicionalmente, los brotes con mayor cantidad de hojas se desarrollan más tarde en la estación (Jahn, 1973) lo que les permite contar con condiciones más favorables de temperatura.

En el caso de las inflorescencias sin hojas, el cuajado se asoció al mayor número de flores iniciales, lo que sugiere una mayor capacidad de fosa que supera la competencia entre cada uno de los órganos en desarrollo.

Cuajado de frutos en base brote

Al considerar el porcentaje de cuajado en base brote, en los multiflorales con o sin hojas a medida que aumenta el número de flores por brote, el cuajado aumenta significativamente para los dos tipos (Cuadro 2). En los brotes mixtos y para los dos rangos de flores por brote, el cuajado fue mayor que el de las inflorescencias, lo que se explica por el mayor aporte de asimilados de las hojas jóvenes frente a las hojas viejas, que son las que nutren a los frutos de los brotes sin hojas (Moss *et al.*, 1972).

Los mixtos B, con menor número de flores iniciales se comportan igual que los terminales A, para un mismo número de hojas. En forma similar, los terminales B, de 1 a 4 hojas presentaron un similar cuajado que las inflorescencias A, de mayor número de flores. Finalmente las inflorescencias de 3 o menos flores se comportaron en cuajado en base a brote, igual que las solitarias (Cuadro 2). Este análisis demuestra que cada brote multifloral compite como

Cuadro 2. Porcentaje de cuajado final en base flor y en base brote en brotes terminales (T), mixtos (M), inflorescencias (I) y solitarios (S), tangor 'Ortanique'.

Tipo de Brote	% cuajado (base flor) ^z	% cuajado (base brote) ^y
Mixtos A	16,0 a	61,9 a
Mixtos B	17,4 a	46,4 b
Terminales A	43,6 a	43,6 b
Terminales B	34,0 b	34,0 c
Inflorescencias A	8,1 a	33,3 c
Inflorescencias B	6,7 b	10,0 d
Solitarios	--	9,9 d

^z Letras diferentes indican diferencias significativas entre rangos (A, B) en cada tipo de brote (Tukey, $p \leq 0.10$).

^y Letras diferentes indican diferencias significativas entre tipo de brote (Tukey, $p \leq 0.10$).

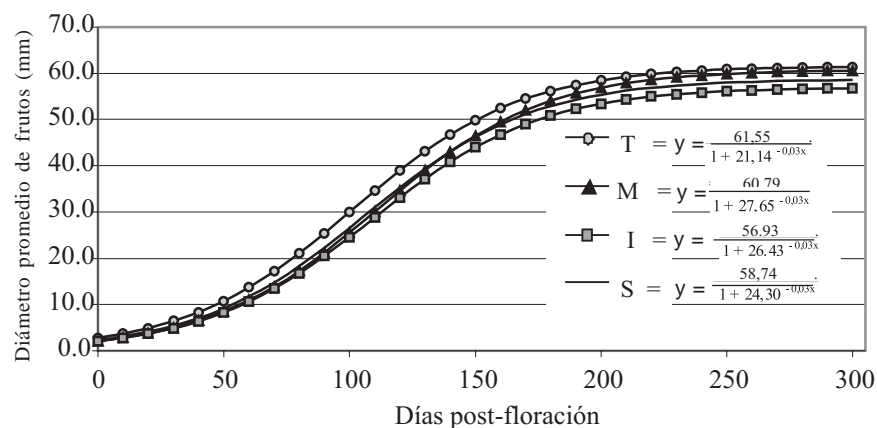


Figura 5. Curvas de crecimiento de frutos ubicados en brotes terminales (T), mixtos (M), inflorescencias (I) y solitarios (S), ajustadas al modelo logístico, tangor 'Ortanique'.

unidad con otras posibles fosas y que su habilidad para retener un fruto es función del número de flores inicialmente formadas.

Crecimiento y tamaño final del fruto por tipo de brote

El crecimiento en diámetro de los frutos de Ortanique, presentó una curva de tipo sigmoideal de acuerdo a lo propuesto por Bain (1958), la cual ajustó al modelo logístico para todos los tipos de brote (Figura 5). La primera fase que comienza en la antesis, caracterizada por un crecimiento en base a división celular, tuvo una duración aproximada a los 90 días.

Las curvas de crecimiento correspondientes a cada tipo de brote fueron muy similares, sin diferencias significativas entre tipos de brote, aunque los frutos ubicados en brotes terminales presentaron a partir de los 50 días post-

floración un ligero incremento en el calibre, que se mantuvo hasta la maduración (Figura 5).

La tasa de crecimiento diario en diámetro, presentó en general una tendencia creciente hasta los 90 días postantesis, con un máximo entre los 70 y 90 días, período donde alcanzó 0,45 mm por día (Figura 6). Storey and Treeby (1999) en un exhaustivo estudio del crecimiento de frutos a nivel histológico en naranja 'Bellamy' navel, reportan una duración de 55 días de la fase I con una tasa máxima de crecimiento diario de 0.3mm.

Sin embargo, se verificó un período de leve disminución o estancamiento en el crecimiento entre los 28 y 55 días post antesis, coincidente en el tiempo con el mayor período de abscisión. Este resultado refuerza la hipótesis de la competencia como causa primaria de la caída de frutitos, en la medida que no existió déficit hídrico en el período considerado. El diámetro promedio de la pobla-

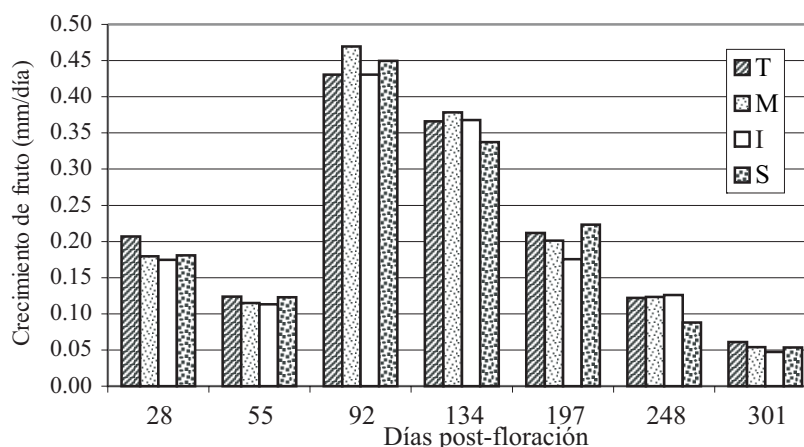


Figura 6. Tasa de crecimiento (mm/día) de frutos ubicados en brotes terminales (T), mixtos (M), inflorescencias (I) y solitarios (S), tangor 'Ortanique'. Datos obtenidos desde 15 días post-antesis hasta maduración.

ción de frutos que continuaron hasta la maduración, al finalizar esta fase era de 25.2mm. En la fase II, que en las condiciones experimentales de este trabajo tuvo una duración aproximada a los 100 días, el crecimiento es de tipo lineal y se produce principalmente por elongación celular. Finalmente, la fase III asociada a los procesos de maduración, presenta una tasa de crecimiento descendente hasta la cosecha, completando un ciclo de aproximadamente 300 días desde antesis.

El diámetro final de frutos fue ligeramente superior en los ubicados en brotes terminales (63,23mm) y menor en los ubicados en inflorescencias (59.32mm), aunque sin alcanzar diferencias significativas.

Agrupando los frutos desarrollados en brotes con y sin hojas, se verificó un incremento superior en el diámetro de los primeros a partir del fin de la caída fisiológica (92 días post-floración); esa diferencia alcanzó significancia estadística a partir de los 134 días y se mantuvo hasta el final del ciclo de desarrollo (Figura 7).

El período en que comienza a manifestarse la diferencia en el tamaño de los frutos, coincide con el final de la fase I e inicio de la elongación celular, donde la tasa de crecimiento diaria es mayor (Gravina, 1999). Las hojas jóvenes del brote, plenamente expandidas, son las que presentan la mayor eficiencia fotosintética (Iglesias *et al.*, 2003a), lo que explica al menos en forma parcial, la mayor capacidad de crecimiento de los frutos adyacentes.

La relación entre el tamaño de fruta y el diámetro del pedúnculo fue analizado en este estudio, verificándose una correlación positiva pero débil ($r=0,49$). Considerando cada tipo de brote los mixtos alcanzaron un mayor diámetro que los restantes (Cuadro 3), sin confirmarse una correlación con el tamaño final de los frutos, propuesta por Erner *et al.*, (2000). Sin embargo al agrupar brotes con y sin hojas, los mixtos y terminales presentaron mayor diámetro

de pedúnculo que inflorescencias y solitarias ajustando al mayor tamaño de sus frutos.

Tamaño final del fruto según el número de frutos por brote

El análisis de la relación entre el tamaño final y el número de frutos que alcanzaron la maduración en brotes multiflorales, indica que los brotes mixtos pueden mantener hasta dos frutos sin disminución en el tamaño, independientemente del número de hojas. Cuando el número de frutos fue de 3, el diámetro final cayó fuertemente, en un promedio de 8 mm por fruto (Cuadro 4). Esto sugiere que la demanda de asimilados de 3 o más frutos en el brote exceden la capacidad fuente de éste y que este déficit no puede ser compensado por otras hojas adultas adyacentes o próximas al brote. En el caso de las inflorescencias, la

Cuadro 3. Diámetro promedio final del pedúnculo en brotes con hojas (mixtos y terminales) y sin hojas (inflorescencias y solitarias), parte superior y mixtos (M), solitarios (S), terminales (T) e inflorescencias (I), parte inferior, en tangor 'Ortanique'

Tipo de Brote	Diámetro del pedúnculo (mm)
Con hojas	2,83 a
Sin hojas	2,61 b
Mixtos	2,94 a
Solitarios	2,72 b
Terminales	2,66 b
Inflorescencias	2,55 b

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.10$).

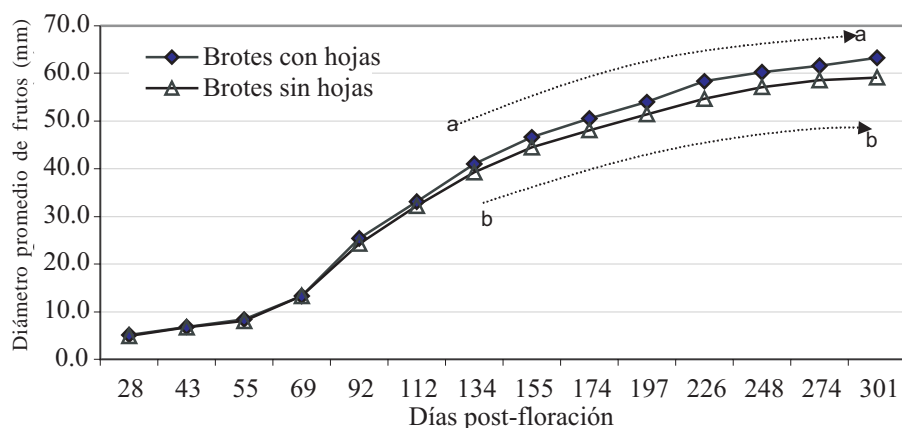


Figura 7. Evolución del diámetro de frutos ubicados en brotes con hojas (terminales y mixtos) y sin hojas (inflorescencias y solitarias), tangor 'Ortanique'. Datos obtenidos desde 15 días post-floración hasta maduración. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.10$).

Cuadro 4. Diámetro promedio final de frutos (expresado en mm) de acuerdo al número de frutos por brote que alcanzan la madurez, en brotes mixtos e inflorescencias, tangor 'Ortanique'.

Tipo de Brote	Nº defrutos/brote que llegaron a cosecha	Tamaño final (mm)
Mixtos	1 fruto	63,27 a
	2 frutos	65,05 a
	3 frutos	52,07 b
Inflorescencias	1 fruto	60,58 a
	2 frutos	58,10 a

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.10$).

presencia de dos frutos cuajados, presentó una tendencia a la disminución del calibre aunque sin alcanzar diferencias estadísticas; en ningún caso, estos brotes lograron cuajar y madurar 3 frutos.

En resumen, los resultados de este estudio ponen de manifiesto la importancia de la presencia de hojas que acompañan a las flores, durante todo el período de desarrollo del fruto. Durante la primera fase, cuando se determina el número de frutos que permanecerá en la planta, la presencia de hojas limita la abscisión e incrementa el cuajado final. En la segunda fase, el crecimiento y tamaño final de los frutos en los brotes mixtos y terminales, supera al de los que se desarrollan sin fuente cercana, lo que se traduce en calibres de mayor valor comercial. También demuestra la capacidad fosa ligada al número de frutos en desarrollo de los brotes multiflorales.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al grupo de trabajo de eco-fisiología de Citrus del Departamento de Producción Vegetal por sus aportes, los cuales fueron muy valiosos para la realización de este trabajo. Al Doctor Jorge Franco por su invaluable colaboración en los análisis estadísticos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. 1987. El cuajado del fruto en los agrios. Algunos aspectos de interés. *Agrícola Vergel*, (64): 173-179
- AGUSTÍ, M. 2003. *Citricultura*. Ediciones Mundi-Prensa 2da Ed.: 422 p.
- AGUSTÍ, M. & ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Barcelona, Ed. Aedos: 261 p.
- AGUSTÍ, M.; GARCÍA-MARI, F. & GUARDIOLA, J. 1982. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. *Sci. Hortic.*, 17: 343-352.
- BAIN, J. 1958. Morphological anatomical and physiological changes in the developing fruits of the "Valencia" orange (*Citrus sinensis* (L.) Obs.) *Austral. J. Bot.*, 6:1-24.
- BOWER, J. 2000. Water stress in citrus and its alleviation. *Proc. Intl. Soc. Citriculture. IX Congress 2000*. 630-633.
- BUSTAN, A. & GOLDSCHMIDT, E. 1998 Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. *Plant Cell and Environment*, 21: 217-224.
- ERNER, Y.; ARTZI, B.; TAGARI, E.; SHIENA, F. & HAMOU, M. 2000. Carbohydrate and vascular bundle effects on citrus fruit set. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*, 1: 693-698.
- GARCÍA-LUIS, M.; OLIVEIRA, M.; BORDÓN, Y.; SEQUEIRA, D.; TOMINAGA, S. & J. GUARDIOLA. 2002. Dry matter accumulation in Citrus fruit is not limited by transport capacity of the pedicel. *Annals of Botany*, 90: 755-764.
- GRAVINA, A. 1999. Ciclo fenológico - reproductivo en Citrus. Bases fisiológicas y manejo. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía. CSIC. 55p.
- GUARDIOLA, J. 1992. Fruit set and growth. In: Donadio L.C. (Ed.) *Second International Seminar on Citrus*. Bebedouro, Sao Pablo, Brazil: 1-30.
- GUARDIOLA, J.; GARCÍA-MARI, F. & AGUSTI, M. 1984. Competition and fruit set in the Washington navel orange. *Physiol. Plant.*, 62: 297-302.
- GUARDIOLA, J. 2000. Regulation of flowering and fruit development: endogenous factors and exogenous manipulation. *Proc. Intl. Soc. Citriculture* 1: 342-346.
- GOLDSCHMIDT, E. & MONSELISE, S. 1977. Physiological assumptions toward the development of a Citrus fruiting model. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 668-672.
- HOFMAN, P. 1990. Abscisic acid and gibberellins in the fruitlets and leaves of "Valencia" orange in relation to fruit growth and retention. *Sci. Hortic.*, 42:257-267.
- IGLESIAS, D.; IBAÑEZ, R.; TADEO, F.; PRIMO-MILLO, E. & TALÓN, M. 2003a. La disponibilidad de carbohidratos mejora el cuajado de los frutos cítricos. *Levante Agrícola* 364:160-166.
- IGLESIAS, D.; TADEO, F.; PRIMO-MILLO, E. & TALÓN, M. 2003b. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. *Tree Physiol.*, 23: 199-204.

- JAHN, O. 1973. Inflorescence types and fruiting patterns in "Hamlin" and "Valencia" oranges and "Marsh" grapefruit. *Amer.J.Bot.*, 60(7): 663-670.
- LENZ, F. 1978. Photosynthesis and respiration of citrus as dependent upon fruit load. *Proc. Int. Soc. Citriculture*: 70-71.
- LOVATT, C.; STREETER, S.; MINTER, T.; O'CONNELL, N.; FLAHERTY, D.; FREEMAN, M. & GOODELL, P. 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L) Osbeck, cv. "Washington" navel orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture*: 475-483.
- MOSS, G. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *J. Hort Sci.* 44: 311-320.
- MOSS, G.; STEER, B. & KRIEDEMANN, P. 1972. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit setting by sweet oranges (*Citrus sinensis*). *Physiol. Plant.* 27: 432-438.
- PRIMO MILLO, E. 1985. Factores que determinan el cuajado de los frutos cítricos. *Levante Agrícola*, 259-260: 91-99
- RICHARDSON, A. & BLANK, R. 1996. Shoot development in spring affects Satsuma mandarin fruit quality. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 2: 989-993
- RUIZ, R.; GARCÍA-LUIS, A.; MONERRI, C. & GUARDIOLA, J. 2001. Carbohydrate Availability in Relation to Fruitlet Abscission in Citrus. *Annals of Botany*, 87: 805-812.
- SANZ, A.; MONERRI, C.; GONZÁLEZ FERRER & GUARDIOLA J. 1987. Changes in carbohydrates and mineral elements in Citrus leaves during flowering and fruit set. *Physiol. Plant.*, 69: 93-98.
- SAS/STAT®. 1997. Software: Changes and enhancements through release 6.12, Cary, NC:SAS Institute Inc.
- SAUNT, J. 2000. Citrus varieties of the world. Sinclair International Limited. Norwich. England. 156p.
- STOREY, R. & TREEBY, M. 1999. Short-and long-term growth of navel orange fruit. *J.Hort.Sci.&Biotech.*, 74 (4):464-471.
- TALÓN, M. 1997. Regulación del cuajado del fruto en Cítricos: Evidencias y Conceptos. *Levante Agrícola*, 338: 27-37.
- TALÓN, M.; MEHOUACHI, J.; MOLTALVÁN, J.; TUDELA, E. & VILLALBA, D. 1999. Factores que afectan a la abscisión y cuajado de los frutos de los cítricos. *Levante Agrícola*, 346: 5-13.
- ZUCCONI, F.; MONSELISE, S. & GOREN, R. 1978. Growth-abscission relationships in developing orange fruit. *Sci Hortic.*, 9: 137-146.