

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA MANDARINA "NOVA" EN EL SUR DEL URUGUAY

Rivas, F.¹; Arbiza, H.¹; Gravina, A.¹

Recibido: 15/10/04 Aceptado: 27/12/04

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento reproductivo de la mandarina 'Nova' en el sur de Uruguay. Se utilizaron plantas de 6 años de edad injertadas sobre *P. trifoliata* (L.) Raf., bajo condiciones de riego localizado, en dos experimentos realizados en una quinta comercial ubicada en Kiyú, departamento de San José (35° LS). Se cuantificó la intensidad de floración, distribución por tipo de brote, cuajado final, dinámica de abscisión, cuajado por tipo de brote e influencia del fruto sobre la floración siguiente. La intensidad de floración fue muy alta, ubicándose entre 90 y 344 flores/100 nudos. Se verificó una asociación directa entre la intensidad de floración y el porcentaje de brotes reproductivos sin hojas. En los niveles más altos de floración, la abscisión durante el período de cuajado fue alta y constante, mientras que para intensidades menores se pudo identificar un pico de abscisión 25 días antes del fin de la caída fisiológica. El cuajado final estuvo asociado al tipo de brote, siendo significativamente superior para los brotes de flor terminal (22%) en relación a inflorescencias (0,4%), mixtos (1,6%) y flor solitaria (2,0%). Los resultados obtenidos sugieren que la condición de unifloral es más importante que la presencia de hojas en el cuajado de 'Nova'. En los niveles superiores a 250 flores/100 nudos el cuajado fue mínimo y la cosecha se vio fuertemente comprometida. El número de frutos por planta disminuyó la intensidad de floración en el ciclo productivo siguiente, aunque dadas las condiciones de bajo rendimiento de los árboles en estudio, ésta se mantuvo en valores considerados altos (mayor a 200 flores/100 nudos). Este comportamiento en las condiciones del sur de Uruguay, ubica a la mandarina 'Nova' dentro del grupo de las variedades improductivas. Estos resultados se consideran la base para el ajuste de medidas de manejo que permitan optimizar la productividad de esta variedad.

PALABRAS CLAVE: Abscisión, Brotación, Citrus, Floración, Cuajado.

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF THE REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF 'NOVA' MANDARIN IN THE SOUTH COAST OF URUGUAY

Reproductive behavior of 'Nova' mandarin in the South of Uruguay was evaluated. Trials were carried out in two experiments, localized in a commercial orchard of Kiyú, in San José province (35°SL). Six year-old plants, grafted on *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., under drip irrigation were used. The variables quantified were: flowering intensity, shoot type distribution, final fruit set and fruit set according to shoot type. Abscission timing and fruit effect on following flowering were studied. Plants flowered profusely, within a range of 90 to 344 flowers/100 nodes. A positive association between flowering intensity and leafless shoots percentage was verified. In the highest flowering levels, abscission remained high during the whole fruit set period, while in lower intensities a peak of abscission 25 days after the end of physiological drop was registered. Final fruit set was associated with shoot type, being significantly higher in leafy single flowered shoot (22%) respect to leafless multiple flowered shoots (0,4%), leafy multiple flowered shoots (1,6%) and leafless single flowered shoots (2%). The results suggest that single flowered condition has greater effect than leaf contribution on 'Nova' fruit set. With flowering intensities higher than 250 flowers per 100 nodes, fruit set was very low and consequently yield was

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

no profitable. Although fruit exerted an inhibitory effect on flowering, under low yield conditions flowering was always high (more than 200 flowers/100 nodes). This reproductive behavior place this cultivar in the parthenocarpic-unproductive group under uruguayan conditions. These results contribute to adjust management practices in order to improve 'Nova' productivity.

KEY WORDS: Abscission, Citrus, Flowering, Fruit Set, Sprouting.

INTRODUCCIÓN

La citricultura uruguaya está orientada a la exportación de fruta para consumo en fresco, por lo que la calidad externa e interna de la misma es determinante en la elección de las variedades.

El cultivo de la mandarina 'Nova' se desarrolló en Uruguay de forma importante en la década del 90 constituyéndose en la variedad más plantada en 1993 con más de 170.000 plantas incorporadas al sistema de producción. Para 1996 ya representaba el 11,8% de las variedades de mandarinas implantadas y el 5,16% del total de plantas de cítricos en Uruguay. En el período 1999–2001 el promedio de producción fue de 9.000 ton, 10,5% del total producido por mandarinas y el 3,5% de la producción total del país (C. H. N. P. C., 2002). Luego de Satsuma y Ellendale se convierte en la variedad de mandarina más importante en el país.

La mandarina híbrida 'Nova' se caracteriza por producir frutos de buen tamaño con muy buena coloración. Presenta una calidad interna extremadamente alta, con segmentos muy jugosos y muy buen sabor con una alta relación azúcares solubles/acidez. La madurez interna se alcanza luego de que la piel ha alcanzado un color óptimo. Su conservación en el árbol es muy buena, no generándose, para nuestras condiciones, grandes alteraciones fisiológicas (Saunt, 2000). En países como Israel (Goren *et al.*, 1992; Kanonich *et al.*, 2000), España (García-Luis *et al.*, 1994) y Sud Africa se reportan alteraciones como creasing y rajado que pueden limitar la producción (Saunt, 2000).

El cuajado es un factor determinante de la cuantía de la cosecha. En la mayoría de los casos la producción de flores supera largamente el número de frutos cosechados, y por tanto, es el porcentaje de cuajado en estos casos el que determina el rendimiento final (Goldschmidt & Monselise, 1977; Agustí *et al.*, 1982).

Ambas características de la floración, intensidad y distribución por tipo de brote, determinan, a través de fenómenos de competencia por metabolitos, el cuajado de flores (Agustí & Almela, 1991) causando una caída excesiva de estructuras florales y de frutitos en desarrollo resultando en bajos rendimientos (Guardiola, 1992; Guardiola *et*

al., 1984). En estos casos los árboles producen un crecimiento vegetativo vigoroso durante el verano y la inducción floral no es inhibida al no estar presente el principal factor regulador de la floración, el fruto (Moss, 1971; Guardiola, *et al.*, 1987; García-Luis, *et al.*, 1986; Agustí y Almela, 1991; Gravina, 1999). Como consecuencia, en el siguiente ciclo productivo se produce nuevamente una altísima floración, repitiéndose así en caso de no tomar medidas correctivas, el ciclo de improductividad (Guardiola, 1992). 'Nova', en las condiciones de Israel presenta este comportamiento, existiendo una importante pérdida de flores y un cuajado deficitario (Goren *et al.*, 1992). Por el contrario, otros trabajos mencionan que el híbrido 'Nova' se comporta como un cultivar altamente productivo y con problemas de tamaño de fruto (Kanonich *et al.*, 2000).

A nivel nacional no existen reportes sobre el comportamiento reproductivo de árboles de injerto adultos del híbrido 'Nova'. En cambios de copa de 2-3 años de realizados, en el departamento de Paysandú, Arias *et al.* (1996) caracterizan a 'Nova' como una variedad con una alta intensidad de floración, con una masiva caída de estructuras reproductivas inmediatamente después de la floración, derivada de una baja relación hoja/flor, determinando una baja productividad.

En el presente trabajo se determina, para diferentes intensidades de floración, el comportamiento reproductivo de la variedad de mandarina 'Nova' en el sur del país, a través del estudio de la distribución de la brotación por tipo de brote, de la caída de estructuras reproductivas, abscisión por tipo de brote, cuajado y rendimiento final de fruta en cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un predio comercial ubicado en la localidad de Kiyú, departamento de San José, a 35° LS. Se utilizaron árboles de mandarina 'Nova' [*Citrus reticulata* Hort. ex Tan. x (*Citrus paradisi* Macf. x *C. tangerina* Hort. ex Tan.)] de 5 años de edad injertados sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., con una distancia de plantación de 5,5 m x 3 m, bajo condiciones de fertirriego.

Previo a la brotación, se seleccionaron 30 árboles de similar altura y volumen de copa y sin problemas sanitarios. La intensidad de brotación y floración y la distribución porcentual por tipo de brote se determinó marcando 4 ramas por árbol, conteniendo cada una al menos 400 nudos en madera de tres últimas brotaciones. En cada brote se contabilizó el número de hojas y flores presentes, para determinar la relación hoja flor de la brotación. Posteriormente, los árboles fueron agrupados en tres categorías según la intensidad de floración: muy alta (mayor a 250 flores/100 nudos); alta (entre 120 y 250 flores/100 nudos) y media (de 70 a 120 flores/100 nudos).

Desde comienzo de brotación hasta fin de caída fisiológica se colocaron mallas debajo de los árboles de cada una de las categorías, para cuantificar la dinámica de abscisión. Con una frecuencia de 3 semanas se recogieron las estructuras reproductivas caídas y se trasladaron a laboratorio donde se las secó en estufa de aire forzado a 60° C durante 48-72 horas. Para cada fecha se contabilizó el número total de flores y frutitos recolectados. A fin de caída fisiológica se estimó el cuajado final en las mismas ramas marcadas donde se evaluó la floración. En cosecha se determinó el rendimiento, número y peso medio de los frutos según los niveles de floración identificados.

En un segundo experimento se seleccionaron 5 árboles con similar intensidad de floración y en cada uno se seleccionaron 10 brotes reproductivos de cada tipo: de flor terminal, mixtos, flor solitaria e inflorescencias, totalizando 50 de cada tipo (Figura 1). Se evaluó la abscisión de flores y frutitos cada 21 días hasta finalizada la caída fisiológica y se determinó el porcentaje de cuajado por tipo de brote (número de frutos sobre número de flores iniciales).

Los resultados se analizaron mediante el Modelo Lineal General (procedimiento GLM del programa SAS, 1997) y la separación de medias se realizó por prueba de Tukey ($p \leq 0.10$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intensidad de brotación, floración y distribución por tipo de brote

La mandarina 'Nova' se presenta como una variedad con una alta capacidad de brotación y floración. El inicio de la brotación se registró a comienzos del mes de Setiembre. La floración se muestra concentrada registrándose el momento de plena floración a mediados del mes de octubre.

En el cuadro 1 se presenta la intensidad de brotación, floración y distribución por tipo de brote. Para las tres situaciones evaluadas, se verificó la presencia de brotes múltiples con un promedio de 1,1-1,4 brotes por nudo brotado (Cuadro 1). Similares resultados han sido reportados por Duarte y Guardiola (1996) en Fortune, híbrido de alta capacidad florígena. Una alta intensidad de brotación se correlacionó fuertemente con la intensidad de floración (Figura 2 A, Cuadro 1) lo que confirma reportes previos en diferentes cultivares (Agustí & Almela, 1991; Becerra & Guardiola, 1984).

Un incremento en la intensidad de brotación se asoció con una marcada disminución de los brotes vegetativos (Figura 2 B) y tipo flor terminal (Figura 2 C) mientras que se observó un aumento significativo de las inflorescencias

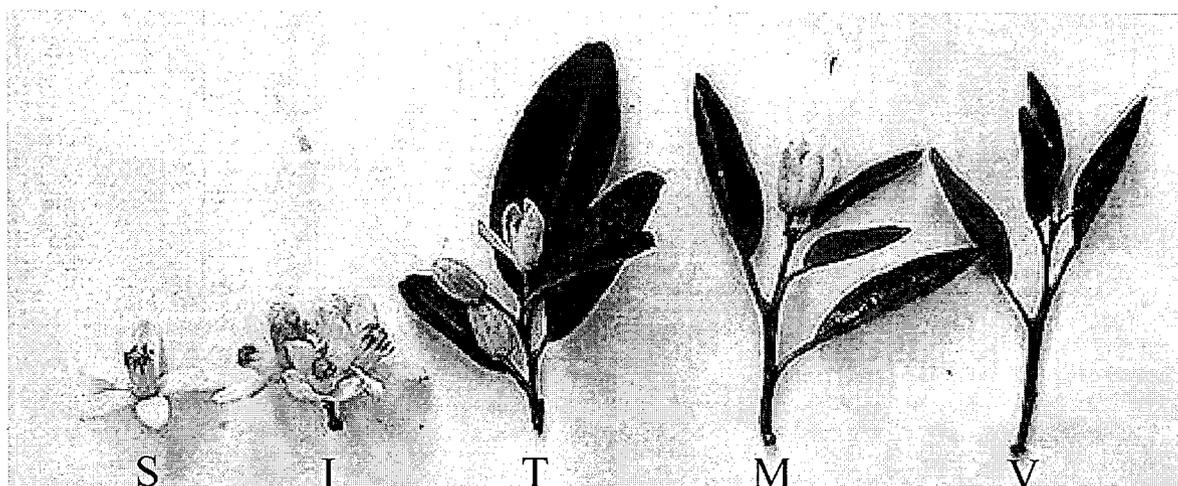


Figura 1. Tipos de brote en cítricos: (S) flor solitaria, (I) inflorescencia, (M) brote mixto, (T) flor terminal, (V) brote vegetativo.

Cuadro 1. Brotación, floración y distribución por tipo de brote para las tres intensidades de floración establecidas, Experimento 1.

Floración	Distribución por tipo de brote (%)							
	B/100n	Fl/100n	B/NB	V	T	S	M	I
Muy alta	117 a	344 a	1,4 a	0,1 b	0,9 c	27,6 a	14,4 b	56,9 a
Alta	77 b	202 b	1,3 ab	6,2 b	7,7 b	26,3 a	25,3 a	34,5 b
Media	59 c	88 c	1,1 b	27,6 a	20,5 a	23,5 a	19,2 ab	9,3 c

B/100n: brotes/100 nudos; Fl/100n: flores/100 nudos; B/NB: brotes por nudo brotado.

V: vegetativo; T: flor terminal; S: solitario; M: mixto; I: inflorescencia.

Letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.10$).

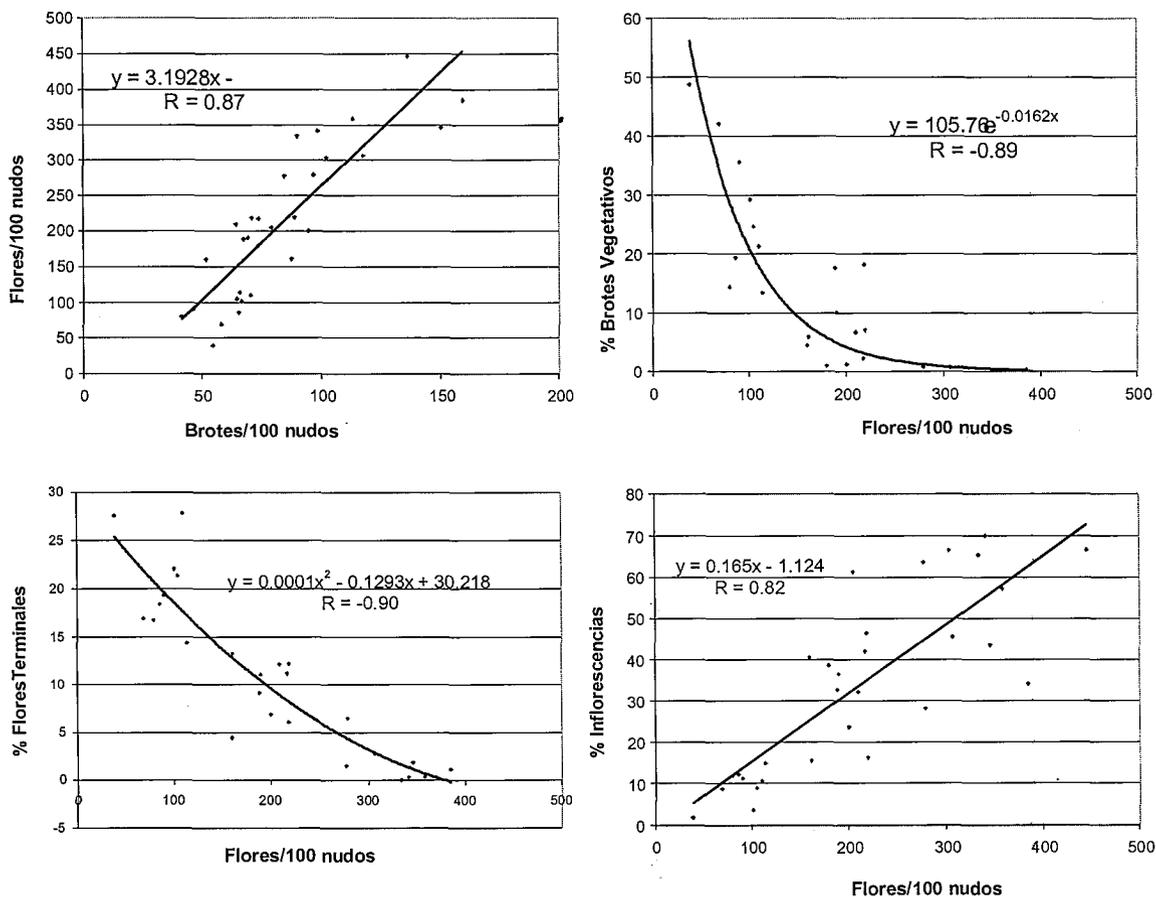


Figura 2. A) Relación intensidad de brotación- intensidad de floración. B) Relación intensidad de floración- porcentaje de brotes vegetativos. C) Relación floración- porcentaje brotes tipo flor terminal D) Relación floración- porcentaje de Inflorescencias.

(Figura 2 D). Los brotes tipo flor solitaria no fueron afectados por la intensidad de brotación mientras que los brotes mixtos se presentan en mayor porcentaje en las intensidades intermedias de brotación y floración.

A medida que la brotación aumenta se registra un incremento del porcentaje de brotes con más de una flor y a su vez se reducen los brotes florales con hojas (Cuadro 1). Es así que el mayor porcentaje de los brotes tipo flor terminal se registra para las menores intensidades de brotación, las intensidades medias se caracterizan por presentar un mayor porcentaje de brotes mixtos y para los niveles altos se registran los mayores porcentajes de inflorescencias (brotes multiflorales sin hojas). Para el caso de muy altas intensidades de brotación, el 85% de la misma está constituida por brotes florales sin hojas, en intensidades altas el 60% y en intensidades menores el 33%. Considerados en con-

junto, los brotes uniflorales se reducen de 44 a 28,5% a medida que la brotación y floración se incrementa, mientras que los multiflorales pasan de 28,5 a 71,3% lo que se explica por el incremento de las inflorescencias sin hojas.

Relaciones Floración-Fructificación

Dinámica de caída de estructuras reproductivas

Diferentes comportamientos se registraron en cuanto a la intensidad y patrón de abscisión de estructuras reproductivas según intensidad de floración. A medida que aumentan los niveles floracionales aumenta el número de ovarios caídos durante el periodo de abscisión temprana (Figura 3). Este mayor nivel de caída no se explica solamente por un mayor número absoluto de flores, sino que la caída es más intensa en términos relativos (Cuadro 2).

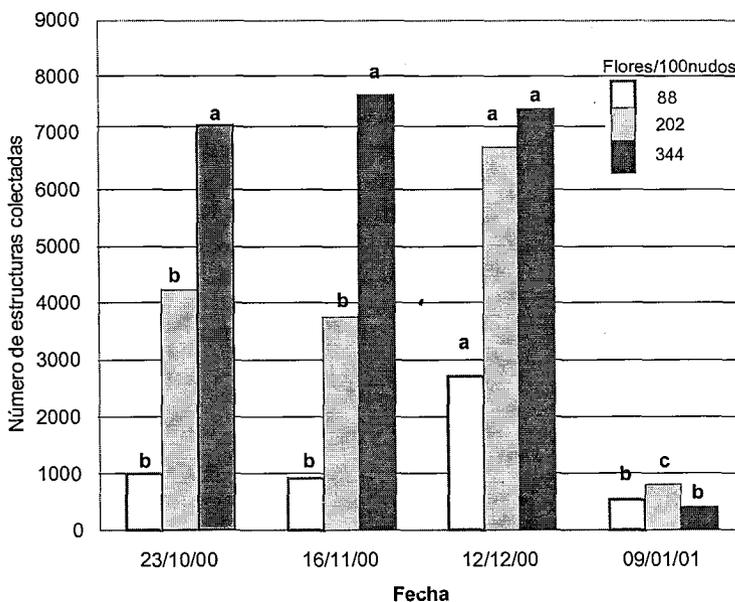


Figura 3. Dinámica de abscisión para los diferentes niveles de floración, Experimento 1.

Letras distintas para una misma intensidad de floración difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.10$).

Cuadro 2. Caída relativa en número de estructuras reproductivas según fecha e intensidad de floración, Experimento 1 (Media floración =1).

Floración	23/10/00	16/11/00	12/12/00	09/01/01	Floración relativa
Media	1	1	1	1	1
Alta	4,2	4,1	2,5	1,5	2,3
Muy Alta	7,2	8,3	2,7	0,8	3,9

Para los niveles más altos de floración, existe prácticamente una tasa constante de caída para las primeras tres fechas analizadas, disminuyendo significativamente hacia el fin del período. Para los niveles medio y bajo se pudo identificar un pico significativo de caída en diciembre para luego disminuir hacia el mes de enero.

Para los niveles menores de floración registrados en este trabajo, 88 flores/100 nudos, el 60% de las estructuras florales abscisionan entre los 20 y 60 días post floración. Para el nivel intermedio, 200 flores/100 nudos, baja a 50%, mientras que para el nivel floracional más alto, el 65% de las estructuras cayeron en los primeros 40 días postfloración.

La capacidad de cuajado de un fruto se ha correlacionado con su tasa de crecimiento en las fases iniciales del desarrollo. Debido a que el crecimiento se produce en base a la división celular, este crecimiento inicial es altamente demandante, entre otros, de energía. Por tanto, el aporte de carbohidratos al ovario es de fundamental importancia para la supervivencia del mismo (Iglesias, *et al.* 2003). La cantidad de carbohidratos que llegan al fruto está en función de la capacidad de producción y aporte de las hojas a través de la fotosíntesis, la cual a su vez depende de la demanda (Goldschmidt & Koch, 1996; Lakso *et al.*, 1999), de la removilización de las reservas, del transporte hacia el fruto, de la capacidad de demanda que tenga el fruto (estímulo básicamente hormonal) y de la capacidad de utilización que tenga ese frutito, a través de su actividad enzimática (actividad invertasa). Todo esto ocurre en un ambien-

te de alta demanda energética donde miles de estructuras reproductivas se encuentran en desarrollo (Erikson & Branaman, 1960; Agustí *et al.*, 1982).

Según nuestros resultados, una reducción en los niveles de floración disminuiría la competencia por metabolitos en estadios tempranos del desarrollo del fruto retardando la abscisión y permitiendo que los frutitos permanezcan por más tiempo en el árbol antes de caer, efecto previamente reportado por Agustí *et al.* (1982) en naranja dulce.

Cuajado por tipo de brote

En nuestro estudio el porcentaje final de cuajado estuvo asociado al tipo de brote. Las inflorescencias son los brotes que sufren la mayor caída de flores y ya a los 40 días post floración la misma representaba prácticamente el 90% de las estructuras inicialmente formadas (Figura 4). El cuajado final de este tipo de brotes alcanzó el 0,4%. Los brotes tipo flor solitaria sufren una caída importante en las primeras etapas, pero luego logran mantener las estructuras en desarrollo hasta finalizada la caída fisiológica, manteniendo el valor de cuajado final en 2,0%. Los brotes mixtos presentaron un comportamiento similar a los anteriores, aunque con un cuajado levemente superior hasta los 45 días post-antesis. A partir de ese momento y hasta el fin de la caída, su cuajado no se diferencia significativamente del alcanzado por los brotes sin hojas, cuajando finalmente el 1,6% de las flores inicialmente formadas (Figura 4). Los brotes terminales son los que mantienen los niveles

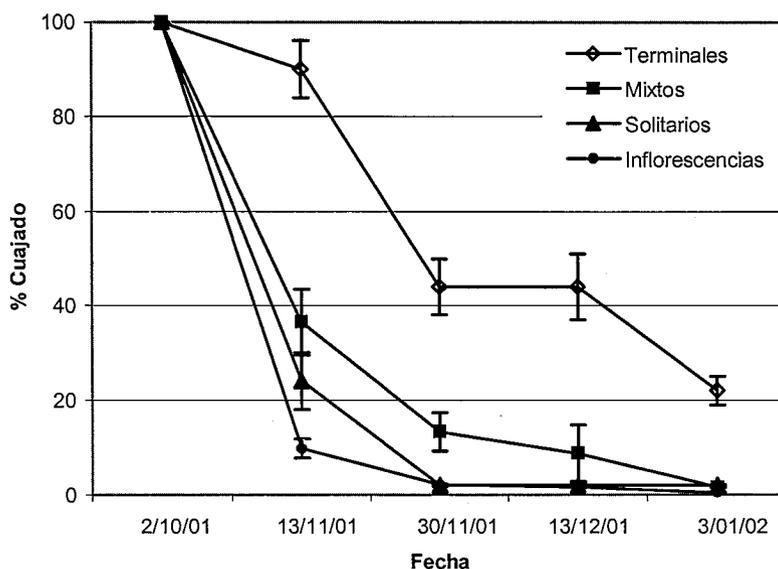


Figura 4. Evolución del cuajado de frutos por tipo de brote, Experimento 2. Las barras verticales en cada punto indican desviación estándar.

de cuajado más elevados para todas las fechas evaluadas alcanzando un valor final de 22,0%.

El mayor porcentaje de cuajado en brotes con hojas ha sido explicado por el aporte de carbohidratos desde las hojas próximas al frutito (Moss *et al.*, 1972; Mehouchi *et al.*, 2000), por la aparición más tardía en la estación lo que les permite crecer con más temperaturas (Lovatt *et al.*, 1984), a través del aporte hormonal de las hojas (Powel & Krezdorn, 1977, Mehouchi *et al.*, 1996) y por la mayor área vascular y capacidad de transporte de agua (Erner & Shommer, 1996; Erner, 1989).

Si bien el aporte de las hojas en el brote es importante desde el punto de vista nutricional, otros autores proponen que el fruto es capaz de abastecerse de carbohidratos a largas distancias, tanto como 2 metros (Fisher *et al.*, 1983).

En el momento del cuajado inicial las hojas en desarrollo actúan como fosa y no como fuente y como consecuencia se ha encontrado un mayor nivel de carbohidratos (25 días después de anthesis) en las inflorescencias sin hojas que en las con hojas. Las hojas nuevas son capaces de producir carbohidratos pero no de exportar al menos hasta los 30 días después de plena floración (Erner *et al.*, 2000).

A partir de los resultados obtenidos, pueden ser realizadas dos lecturas en relación al rol de las hojas en el proceso de abscisión. Comparando condiciones similares en brotes uniflorales y multiflorales la condición de brote con hoja determina un mayor porcentaje de cuajado final,

es así que los brotes terminales superan en un 20% a los brotes solitarios y los mixtos superan en 1,2% ($p=0,10$) a las inflorescencias. La condición de unifloral en relación a multifloral, independientemente de presencia o no de hojas, determina un mayor porcentaje de cuajado en los primeros. Por lo tanto, si bien la presencia de hojas influye retardando la abscisión e incrementando el nivel de cuajado final, la competencia por metabolitos y/o hormonas que se genera dentro de cada tipo de brote, y que se incrementa a medida que el número de flores aumenta, parece ser el factor determinante del cuajado final para esta variedad.

Relaciones Floración-Cuajado

Un aumento de la intensidad de brotación y floración tendió a incrementar los brotes reproductivos sin hojas. Por tanto un aumento de la floración se corresponde con una disminución de la relación hoja/flor (Figura 5) con la consiguiente reducción en los niveles de cuajado (Cuadro 3, Figura 6). Estos resultados concuerdan con el comportamiento del cuajado por tipo de brote y por tanto el incremento en la intensidad de floración es acompañada de un incremento del número de inflorescencias y con ellas una disminución del cuajado.

Como puede observarse en la figura 6, con niveles de floración superiores a las 250 flores/100 nudos el cuajado es mínimo y la cosecha se ve fuertemente comprometida.

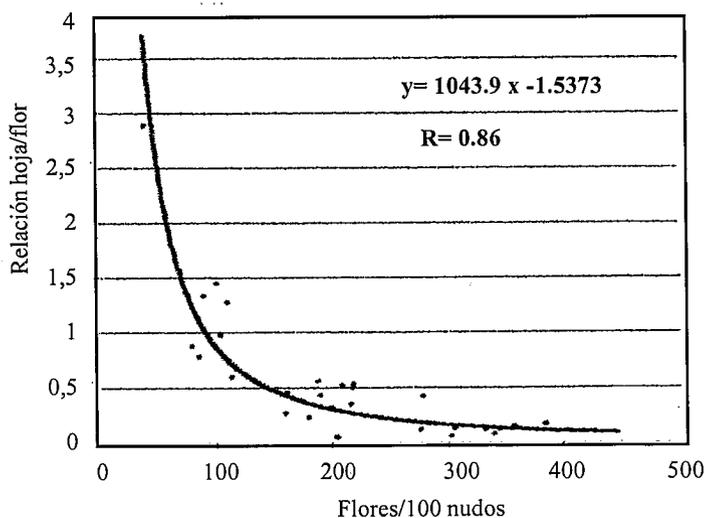
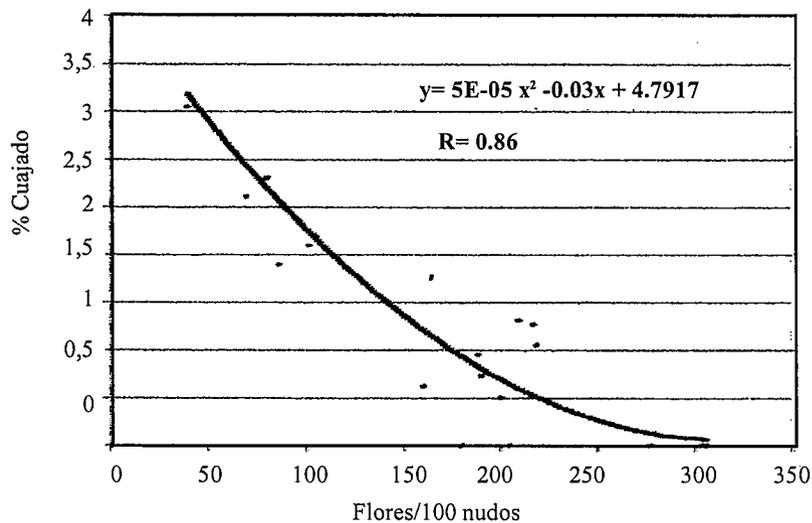


Figura 5. Correlación entre la intensidad de floración y la relación hoja/flor.

Cuadro 3. Intensidad de floración, relación hoja/flor y porcentaje de cuajado, Experimento 1.

Intensidad Floración	Flores/100 nudos	Relación Hoja/Flor	Cuajado (%)
Muy alta	344 a	0,1 b	0,0
Alta	202 b	0,4 b	0,6 b
Media	88 c	1,3 a	2,7 a

Letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.10$).

**Figura 6.** Relación entre la intensidad de floración y el porcentaje de cuajado.

Relación Floración - Componentes de rendimiento

La intensidad de floración tuvo un efecto directo sobre la productividad. En los casos de muy altas intensidades de floración la cosecha fue mínima (Cuadro 4) dado por

una falla masiva del cuajado en los primeros estadios de desarrollo de fruto. Para las situaciones de alta y media floración la cuantía de la cosecha no se correlacionó ($r = -0,07$) con la intensidad de floración y los rendimientos no se diferenciaron estadísticamente.

Cuadro 4. Rendimiento, número de frutos y peso medio de fruto según las intensidades de floración establecidas, Experimento 1.

Intensidad Floración	Rendimiento (kg/planta)	Nº Frutos/planta	Peso fruto (g)
Muy alta	2,0 b	13 b	159,7 a
Alta	28,0 a	223 a	128,9 b
Media	26,3 a	197 a	135,7 ab

Letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.10$).

Relaciones Fructificación-Floración

La presencia del fruto afectó la intensidad de floración en el ciclo productivo siguiente. Las plantas con niveles de producción muy bajo (2 kg por planta) presentaron nuevamente niveles de floración muy altos, prácticamente de la misma magnitud que el año anterior. Con niveles productivos superiores pero todavía bajos (26-28 kg por planta), la floración disminuye significativamente pero aún se mantiene en niveles que se consideran altos para cualquier variedad de cítricos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Influencia del rendimiento en la floración siguiente, Experimento 1.

Rendimiento (kg/planta)	Flores/ 100 nudos
2,0 b	292 a
28,0 a	210 b
26,3 a	250 ab

Letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.10$).

CONCLUSIONES

La mandarina 'Nova' se comporta como una variedad que presenta ciclos de improproductividad con niveles de brotación y floración extremadamente altos, un excesivo porcentaje de brotes florales sin hojas que provocan un cuajado deficitario y un nivel de producción bajo. Estos rendimientos prácticamente nulos determinaron consecuentemente niveles altos de floración la primavera siguiente, reiterándose el ciclo de improproductividad. El nivel de producción que se obtuvo para floraciones menores fue significativamente mayor y provocó una reducción significativa de la floración la primavera siguiente. A pesar de esta reducción, los valores de floración aún se consideran altos.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer: A la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) UDELAR por el aval y financiación parcial del proyecto. Al Ing. Agr. Alegre Sasson por apoyar la investigación y ceder el huerto donde se realizaron los experimentos. Al Sr. Roberto Marrero, encargado del mantenimiento de las plantas, por su entera disposición para la realización de los experimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. & ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Barcelona, Ed. Aedos. 261 p.
- AGUSTÍ, M.; GARCIA-MARI, F. & GUARDIOLA, J. L. 1982. The influence of flowering intensity on shedding of reproductive structures in sweet orange. *Scientia Hort.*, 17: 343-352.
- ARIAS, M.; RONCA, F.; ARBIZA, H. & GRAVINA, A. 1996. Reproductive Phenological Behaviour of 'Nova' and 'Clementina de Nules' Mandarins in Uruguay. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*. 2: 1052-1056.
- BECERRA, S. & GUARDIOLA, J. L. 1984. Interrelationship between flowering and fruiting in sweet orange, cultivar 'Navelina'. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*, 1: 190 - 194.
- DUARTE, A. & GUARDIOLA, J. L. 1996. Flowering and Fruit Set of 'Fortune' Hybrid Mandarin. Effect of Girdling and Growth Regulators. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*, 2: 1069-1071.
- C.H.N.P.C. 2002. Producción Cítrica por especies y variedades. Departamento de Economía y Encuestas. Encuesta del Plan Cítrico 1999-2001. M.G.A.P.
- ERIKSON, L. C. & BRANNAMAN, B. L. 1960. Abscission of reproductive structures and leaves on orange trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75:222-229.
- ERNER, Y. 1989. Citrus fruit set: carbohydrate, hormone and leaf mineral relationship. In Wright, C. (Ed.): Manipulation of fruiting. London, Bulterworth & Co.: 233-242.
- ERNER, Y. & SHOMER, I. 1996. Morphology and anatomy of stems and pedicels of spring flush shoots associated whit Citrus fruit set. *Annals of Botany*, 77: 537-345.
- ERNER, Y.; ARTZI, B.; TAGARI, E.; SHIEA, F. & HAMOU, M. 2000. Carbohydrate and Vascular Bundle Effects on Citrus Fruit Set. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*. 1:693-698.
- FISHER, M.; GOLDSCHMIDT, E.E. & MONSELISE, S.P. 1983. Leaf area and fruit size on girdled grapefruit branches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(2):218-221.
- GARCÍA-LUIS, A.; ALMELA, V.; MONERRI, C.; AGUSTÍ, M. & GUARDIOLA, J. L. 1986. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. *Physiol. Plant.* 66: 515-520.
- GARCÍA-LUIS, A.; DUARTE, A. M.; PORRAS, I.; GARCÍA-LIDÓN, A. & GUARDIOLA, J. L., 1994. Fruit splitting in "Nova" hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatments. *Scientia Hort.* 57:215-231.
- GOLDSCHMIDT, E. E. & KOCH, D. E. 1996. Citrus. En: Photoassimilate distribution in plants and crops. Zamski E., Shaffer, A.A. (eds), Marcel Dekker Inc., New York, USA: 797-824.

- GOLDSCHMIDT, E.E. & MONSELISE, S. P. 1977. Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model. Proc. Intl. Soc. Citriculture 2: 668-672.
- GOREN, R.; HUBBERMAN, M. & RIOV, J. 1992. Effects of Gibberellin and Girdling on Yield of 'Nova' (Clementine x 'Orlando' Tangelo) and Niva ('Valencia' x 'Wilking'). Proc. Intl. Soc. Citriculture, 1: 493-499.
- GRAVINA, A. 1999. Ciclo fenológico-reproductivo en Citrus. Bases fisiológicas y manejo. Editor: Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 55 p.
- GUARDIOLA J. L. 1992. Fruit set and growth. In: Donadio, L. C. (Ed.) Proc. Second. Intl. Seminar on Citrus. Physiology. Bebedouro, S. Paulo, Brazil: 1- 30.
- GUARDIOLA, J. L.; GARCÍA-MARÍ, F. & AGUSTÍ, M. 1984. Competition and fruit set in the Washington navel orange. Physiol. Plant. 62: 297-302.
- GUARDIOLA, J. L.; AGUSTÍ, M.; GARCÍA-LUIS, A.; ALMELA, V.; MONERRI, C. & ALBERTI, C. 1987. Fisiología del Desarrollo en los Agrios. Fruticultura Profesional N° 7: 68-72.
- IGLESIAS, D. J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E. & TALON, M. 2003. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. Tree Physiology, 23:199-204.
- KANONICH, Y.; GOLDSCHMIDT, E.; GOREN R. & ERNER, Y. 2000. Control of Fruit Number, Size and Quality of the easy-peeling Tangerine Hybrid 'Nova' by Growth Regulators. Proc. Intl. Soc. Citriculture, 1: 574-575.
- LAKSO, A. N.; WÜNSCHE, J. N.; PALMER, J. W. & CORELLI GRAPPADELLI, L. 1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. HortScience. 34: 1040-1047.
- LOVATT, C. J.; STREETER, S.; MINTER, T O'CONNELL, N.; FLAHERTY, D.; FREEMAN, M. & GOODELL, P. 1984. Phenology of flowering of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. 'Washington' navel orange. Proc. Intl. Soc. Citriculture, 1:186-190.
- MEHOUACHI, J.; TADEO, F. R.; TALON, M. & PRIMO-MILLO, E. 1996. Effects of gibberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedlings. J. Hort. Sci., 71: 747-754.
- MEHOUACHI, J.; IGLESIAS, D. J.; TADEO, F. R.; AGUSTÍ, M.; PRIMO-MILLO, E. & TALON, M. 2000. The role of leaves in citrus fruitlet abscission: effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. J Hort. Science & Biotechnology, 75: 79-85.
- MOSS, G. I. 1971. The effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46: 177-184.
- MOSS, G. I.; STEER, B.T. & KRIEDERMANN, P. E. 1972. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). Physiol.Plant. 27:432-438.
- POWELL, A. A. & KREZDORN, A. H. 1977. Influence of fruit-setting treatment on traslocation of ¹⁴C-metabolites in citrus during flowering and fruiting. J. Am. Soc. Hort. Sci. 102: 709-714.
- SAS/STAT® 1997. Software: Changes and enhancements through release 6.12, Cary, NC:SAS Institute Inc., 1167p.
- SAUNT, J. 2000. Citrus Varieties of the world. Sinclair International Limited, Norwich, England. 156p.