

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO ALTERNANTE DE LA NARANJA 'SALUSTIANA' [*Citrus sinensis* (L.) OSB.] EN DIFERENTES CONDICIONES PRODUCTIVAS

Gravina¹, A.; Arbiza¹, H.; Ferenczi¹, A.; Orlando¹, L.; Severino¹, V.; Gambetta¹, G.; Almela², V. y Agustí², M.

Recibido: 24 de mayo de 2000. Aceptado: 16 de agosto de 2000.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la alternancia productiva de la naranja 'Salustiana', se estudió su comportamiento durante tres años en las condiciones de España y Uruguay. Se utilizaron árboles adultos en plena producción injertados sobre naranjo agrio y trifolia respectivamente y con riego. La brotación y floración se incrementaron en el ciclo posterior a un año de baja cosecha, con un aumento porcentual de las inflorescencias multi o uniflorales en la parcela de España; la densidad de floración presentó un patrón alternante, con mínimos de 2.4 y máximos de 40 flores cada 100 nudos. Sin embargo, el número de frutos cosechados no siguió en forma lineal este comportamiento, alcanzando a 282 y 345 frutos por árbol, para las dos densidades de floración mencionadas. En Uruguay, en dos parcelas de diferente productividad, la brotación y floración no siguió un patrón definido, aunque en todos los casos, la densidad de floración fue superior en Paysandú que en Montevideo. Esta mayor floración no se tradujo en un mayor número de frutos cosechados, lo que sugiere la existencia de algún tipo de regulación durante el cuajado, siendo la secuencia de rendimientos, de un primer año de baja y dos consecutivos de alta productividad, en ambas localidades. De acuerdo a los resultados obtenidos, no se verificó un comportamiento típicamente alternante de Salustiana, especialmente en las condiciones de Uruguay.

PALABRAS CLAVE: brotación, floración, rendimiento, tamaño de fruto.

SUMMARY

STUDY OF ALTERNATE BEARING IN 'SALUSTIANA' ORANGE [*Citrus sinensis* (L.) OSB.] IN DIFFERENT PRODUCTIVE SITUATIONS

The behavior of 'Salustiana' orange was studied during three years in Spain and Uruguay in order to evaluate its alternate bearing. Irrigated adult trees in production grafted on sour orange and trifolia were used in Spain and Uruguay respectively. Sprouting and flowering increased in the flush of growth after year of low production, with an increase in the percentage of multi or single inflorescences in the Spain trial; the flowering density showed an alternate pattern, with minimum values of 2.4 and maximum of 40 flowers every 100 nodes. Nevertheless, the number of harvested fruits and yield did not follow the same pattern, reaching 282 and 345 fruits per tree respectively. In Uruguay, sprouting and flowering did not show a defined pattern in two plots with different productivity, even though flowering density was always higher in Paysandú compared with Montevideo. This higher flower density did not result in a larger number of fruits harvested, which suggest the existence of some kind of regulative mechanism during fruit set, being the sequence of yields one year of low and two consecutive of high productivity in both conditions. According to the results, no typical alternate bearing was registered in 'Salustiana', specially in the Uruguayan conditions.

KEY WORDS: flowering, fruit size, sprouting, yield.

¹ Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. e-mail: agravina@fagro.edu.uy

² Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia, España. e-mail: magusti@prv.upv.es.

INTRODUCCIÓN

La producción de fruta cítrica para exportación, requiere la obtención de un producto de alta calidad y de regularidad en la oferta año con año. La alternancia productiva, caracterizada por ciclos de alta cosecha, seguidos de años de poca o nula fructificación, además de un origen genético, puede ser inducida por problemas climáticos, por falta de adaptación de una variedad a una determinada zona o por manejos inadecuados de la plantación.

En los años de alta producción, por lo general, el tamaño promedio de los frutos disminuye, perdiendo valor comercial, y la floración del ciclo siguiente se reduce drásticamente (Monselise and Goldschmidt, 1982).

Esta reducción de la floración, ha sido vinculada a un déficit de carbohidratos y almidón en todos los órganos de la planta durante el año 'on' (Jones *et al.*, 1975; Goldschmidt and Golomb, 1982; Schaffer *et al.*, 1985) y al incremento en los niveles de giberelinas endógenas, consecuencia del elevado número de frutos (Moss, 1971; Guardiola, 1981; García Luis *et al.*, 1986; Plummer *et al.*, 1989). El retraso en la cosecha, también modifica el comportamiento de la siguiente brotación, disminuyendo el número de flores formadas (Guardiola *et al.*, 1981; Agustí y Almela, 1991).

La naranja 'Salustiana' originada por mutación de la variedad 'Comuna' en la provincia de Valencia (Bono *et al.*, 1985), se cosecha en media estación, presentando frutos de buena coloración, excelente calidad interna y sin semillas. Sin embargo, bajo determinadas condiciones de cultivo, ha sido reportada como una variedad con alta tendencia a la alternancia de cosechas (Agustí *et al.*, 1985), lo que disminuye su potencial comercial. En Uruguay, esta variedad es la tercera en importancia dentro de las naranjas (Patiño, 1998) y es considerada de producción irregular, aunque no existe ningún estudio que permita confirmar una tendencia al comportamiento alternante.

En el presente trabajo, se presentan los resultados de dos estudios sobre el comportamiento productivo de la naranja 'Salustiana', bajo las condiciones de cultivo de España y Uruguay, como base para implementar medidas de manejo que permitan mejorar su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

España. Se utilizó una parcela de árboles adultos de naranja 'Salustiana', injertados sobre naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.), en suelo franco-arenoso y con riego de superficie, ubicada en Castellón. Se seleccionaron 28 plantas con diferentes niveles de floración y en cada

uno se marcaron 4 ramas ubicadas en todas direcciones, que contuvieran madera de tres crecimientos y un número medio de 1500-2000 nudos. En éstas, en cada primavera, se contabilizó el número y tipo de brotes, número de hojas y de flores y porcentaje de cuajado.

En la cosecha se evaluó rendimiento, número de frutos por árbol y peso promedio del fruto. El estudio se realizó durante 3 años consecutivos.

A los resultados se les aplicó el análisis de la regresión o la varianza según el caso, utilizando el test de Newman-Keuls para la separación de medias.

Uruguay. Se utilizaron árboles adultos de naranja 'Salustiana' injertados sobre trifolia (*Poncirus trifoliata* L.), en condiciones de riego localizado, ubicados en dos plantaciones comerciales en los departamentos de Paysandú (31° LS) y Montevideo (35° LS), respectivamente. Los rendimientos promedio en 1997, año de inicio del estudio, fueron de 70 y 49 kg/árbol en Paysandú y Montevideo. En cada situación, se seleccionaron 10 árboles y para la estimación de la brotación y floración, se marcaron 8 ramas por árbol conteniendo madera de 2-3 crecimientos. En cosecha, se evaluó rendimiento y número de frutos por árbol y peso promedio por fruto. El experimento se realizó durante dos años consecutivos en cada parcela. Los resultados se analizaron mediante el GLM del programa SAS (Statistical Analysis System V.6.12, SAS Institute; Cary N.C. 1997).

RESULTADOS

Características de la brotación

España. La intensidad de brotación en los 3 años del estudio, se ubicó en un mínimo de 11 y un máximo de 16 brotes / 100 nudos. La brotación y la floración estuvieron directamente relacionados, aumentando el número de flores con el número de brotes, posteriormente al año de baja cosecha.

La distribución porcentual por tipo de brote, para los árboles de baja floración inicial, se presenta en el Cuadro 1. Los diferentes tipos de brote, presentaron un comportamiento diferencial; las inflorescencias sin hojas, múltiples o uniflorales, acompañan en forma general a la brotación, mientras que los vegetativos muestran un comportamiento inverso. Por su parte, los brotes de flor terminal, evidencian un patrón independiente, sin modificaciones en años de mayor o menor floración. (Cuadro 1).

Uruguay. La brotación estimada presentó diferencias entre años y entre parcelas. En 1998, en la primavera posterior a una alta cosecha, la densidad de brotación fue de

Cuadro 1. Características de la brotación en naranja 'Salustiana', expresadas en brotes/100 nudos, en 3 años consecutivos en la parcela de España.

	Tipo de brote					
	Br./100 nudos	Vegetativo	Terminal	Mixto	F. Solitaria	Infloresc.
Año 1	11	10	1	0	0	0
Año 2	16	2	1	2	5	6
Año 3	13	11	1	0	0	1

19 y 29 brotes/100 nudos en Montevideo y Paysandú respectivamente, mientras que en 1999, se ubicó en 23 y 19 brotes/100 nudos en las dos localidades (Cuadro 2). Por su parte, la floración fue en Montevideo inferior a 20 flores/100 nudos en ambos años (18 y 12 en 1998 y 1999). En Paysandú, se verificó un patrón diferente, ya que en 1998, la densidad de floración fue de 46 flores/100 nudos disminuyendo a menos de la mitad en 1999, aunque siempre superó las 20 flores/100 nudos (Cuadro 4).

La distribución de la brotación, evidenció comportamientos diferentes para ambas parcelas, siendo el porcentaje promedio de inflorescencias en Paysandú de 17%, mientras que en Montevideo fue inferior al 7% del total de los brotes, asociándose este comportamiento a la menor floración registrada. Una situación inversa se verificó con los brotes vegetativos (Cuadro 2). No se presentó una

relación consistente entre densidad de brotación y densidad de floración, que fue directa en el caso de Paysandú e inversa en Montevideo.

Relaciones floración - fructificación

España. La densidad de floración y la correspondiente cosecha, evaluadas durante 3 años consecutivos en árboles con baja floración el primer año, evidencian un comportamiento típicamente alternante para la floración, pero no de la misma manera para el número de frutos cosechados (Cuadro 3).

A su vez, las relaciones entre la densidad de floración del primer y segundo año, para toda la población de árboles en estudio, muestra una curva en dos fases. En la primera, intensidades de floración del primer año, ubicadas entre 0 y 20 flores cada 100 nudos, se corresponden con

Cuadro 2. Características de la brotación de naranja 'Salustiana', parcelas de Paysandú y Montevideo, Uruguay, años 1998-99.

Parcela	Año	Tipo de brote (%)					
		Br./100 nudos	Vegetativo	Terminal	Mixto	F. Solitaria	Infloresc.
Paysandú	1998	29	34	8	15	22	21
	1999	17	48	6	12	21	13
Montevideo	1998	19	50	9	8	24	9
	1999	23	64	13	6	13	4

Cuadro 3. Densidad de floración, número promedio de frutos por árbol y rendimiento (kg/árbol) de naranja 'Salustiana', en tres años consecutivos, España.

Año 1			Año 2			Año 3		
Fl/100n	NºFruto	Rend.	Fl/100n	NºFruto	Rend.	Fl/100n	NºFruto	Rend.
2.4	282	45	40	345	55	2.9	265	42

un incremento exponencial de la floración en el segundo año. En la segunda fase, para valores mayores, no se encuentra respuesta en la floración del segundo año, manteniéndose siempre en valores inferiores a 6 flores/ 100 nudos (Figura 1a).

Similar comportamiento se observa entre el número de frutos cosechados el primer año y la densidad de floración del segundo año (Figura 1b).

El número total de flores por árbol, cuantificado en el primer año del estudio, presentó una alta correlación negativa con el peso promedio de frutos, aunque también se verificó una curva en dos fases. Para valores mayores a 5000 flores/árbol, el peso promedio de los frutos se mantuvo casi constante, en el entorno de los 135 g (Figura 2),

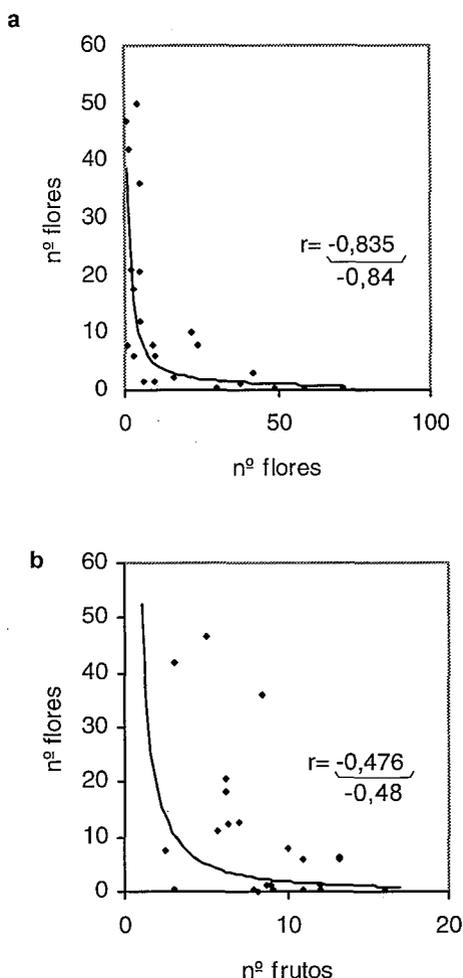


Figura 1. Influencia del número de flores (a) y número de frutos (b) del primer año sobre la floración siguiente, naranja «Salustiana», parcela de España.

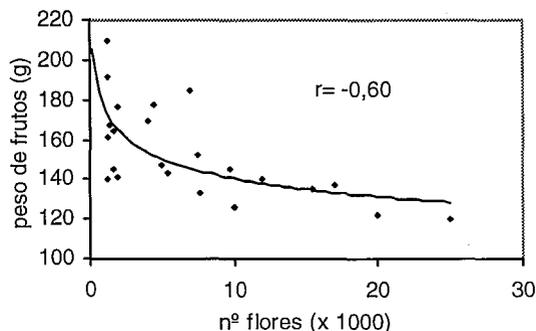


Figura 2. Influencia del número de flores por árbol en el peso de los frutos en la naranja «Salustiana», España.

mientras que para valores inferiores el peso del fruto aumentó exponencialmente.

Uruguay. Las relaciones floración-fructificación en ambas parcelas, no evidencian un comportamiento típicamente alternante; en Paysandú, con densidades de 28 y 46 flores cada 100 nudos en 1997 y 1998, el número de frutos cosechados en 1998 y 1999, fue de 910 y 1100, con similares rendimientos.

En Montevideo, aún con menor densidad de floración en ambos años, el número de frutos se mantuvo prácticamente constante, superando los 1100 frutos promedio por planta (Cuadro 4). Después de dos años consecutivos de alta carga en ambas localidades, la floración en la primavera de 1999 disminuyó en términos relativos, alcanzando a 21 y 12 flores/ 100 nudos para Paysandú y Montevideo respectivamente (Cuadro 4), aunque nunca a niveles tan bajos como los obtenidos en España.

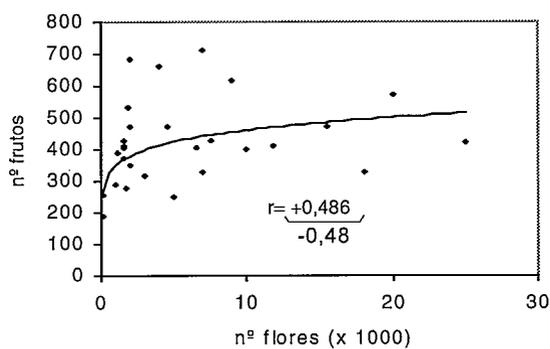
Características de la producción

España. La productividad en la parcela en estudio, estuvo estrechamente relacionada al número de frutos cosechado ($r=0.89$). Por su parte, éstos, presentaron una correlación positiva con la densidad de floración ($r=0.49$), aunque con dos fases diferenciadas, siendo más alta la correlación en los niveles bajos de floración (Figura 3).

El peso promedio de frutos, se correlacionó en forma inversa con el número de frutos por árbol, presentando también una fase inicial, hasta los 450 frutos/ árbol, de clara dependencia, y una segunda, por encima de ese valor, en donde el peso de los frutos se estabiliza, próximo a los 150g (datos no presentados). En forma general, enton-

Cuadro 4. Relaciones floración-fructificación en naranja 'Salustiana', parcelas de Paysandú y Montevideo, Uruguay.

Local.	1997 F/100n	1998 Frutos	1998 kg/Arb.	1998 F/100n	1999 Frutos	1999 kg/Arb.	1999 F/100n
Paysandú	28	910	173	46	1100	182	21
Montevideo	—	1148	138	18	1129	140	12

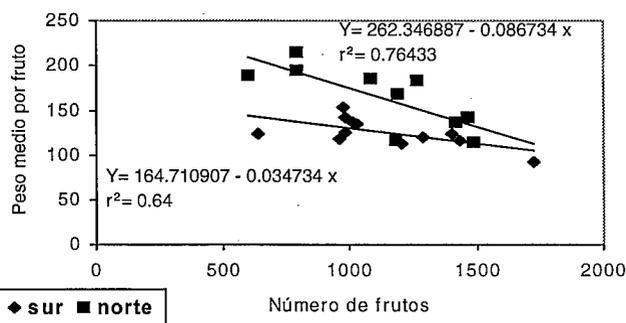
**Figura 3.** Relación entre la floración y el número de frutos cosechados de la naranja 'Salustiana', parcela de España.

ces, la cosecha se correlacionó en forma directa con el número de flores formadas, conformando un comportamiento alternante.

Uruguay. En coincidencia con los resultados de España, el rendimiento en ambos experimentos se asoció al número de frutos producidos, aunque con diferentes niveles de productividad y comportamiento. Para cada localidad, el rendimiento promedio por árbol se mantuvo constante en ambas cosechas, aunque con claras diferencias entre sitios, con alta productividad y tamaño de fruto en Paysandú (Cuadro 4, Figura 4) y alta productividad, pero con tamaño promedio de los frutos significativamente menor, en Montevideo.

El peso promedio de los frutos en ambas situaciones, presentó una alta correlación negativa con el número de frutos por árbol ($r=-0.87$ en Paysandú y $r=-0,80$ en Montevideo). (Figura 4).

La parcela de Paysandú resultó en términos productivos notoriamente más equilibrada que la de Montevideo, con un elevado porcentaje de fruta de tamaño comercial

**Figura 4.** Relación entre el número de frutos por árbol y el peso medio del fruto de la naranja 'Salustiana'. Norte (Paysandú); Sur (Montevideo), Uruguay.

para exportación (84 %, 1998 y 66%, 1999); por el contrario, en Montevideo, el elevado rendimiento obtenido en las dos cosechas evaluadas, debido al alto número de frutos, provocó un elevado porcentaje de descarte de fruta de exportación por tamaño (47% en 1998 y 60% en 1999).

DISCUSIÓN

Dentro del grupo de cultivares de Citrus reportados como de comportamiento productivo típicamente alternante, se encuentran varias mandarinas e híbridos, generalmente de frutos con semillas (Goldschmidt and Golomb, 1982; Monselise and Golomb, 1982; Agustí, 1987). La naranja 'Salustiana' en las condiciones presentadas en este estudio en España, presenta similitudes con el comportamiento alternante, mientras que en Uruguay no se ajusta estrictamente a esa conceptualización.

La densidad de floración en España, evidencia fluctuaciones anuales de tipo alternante, con valores que no su-

peran las 3 flores cada 100 nudos en los años posteriores a una alta cosecha. Sin embargo, el número de frutos cosechados por árbol, no se incrementa en la misma proporción que la floración en el año de alta carga, superando solamente en un 23 y un 30% a los años de baja. Esto sugiere que en el año de alta floración (40 flores/100 nudos), opera un mecanismo de regulación que limita el cuajado, lo que lleva en este estudio, a la cosecha de 345 frutos promedio por árbol, mientras que en los años de baja (2.4 y 2.9 flores/100 nudos), lo incrementa, obteniéndose 280 y 265 frutos por árbol respectivamente.

En Uruguay, en general y más allá de las diferencias entre las parcelas, la intensidad de floración no descendió a valores que puedan considerarse como de compromiso para la producción, en términos de número de frutos y kilos por planta. La única excepción fue la de Montevideo en 1999, con 12 flores/ 100 nudos, que de acuerdo a Guardiola (1992), puede considerarse una floración insuficiente para alcanzar un adecuado rendimiento.

Considerando ambas localidades en Uruguay, densidades de floración ubicadas entre 18 y 46 flores/100 nudos, permitieron un adecuado cuajado de frutos y buen rendimiento físico, coincidiendo con lo reportado por Guardiola (1992) para naranja 'Navelina', en donde la productividad es máxima e independiente del número de flores, cuando la densidad de éstas se ubica entre 20 y 70 flores/100 nudos. También en Uruguay, se evidencian mecanismos de autorregulación, que no permiten catalogar a 'Salustiana' de acuerdo a estos resultados como alternante típica, registrándose una secuencia de rendimientos, de un año de baja producción (1997) seguido de dos años de alta en ambas localidades.

En ambas parcelas de Uruguay, en la primavera de 1999 después de dos años de alta cosecha, la densidad de floración se redujo promedialmente en un 50%, confirmando el efecto inhibitorio de los frutos sobre la inducción floral.

Finalmente, en líneas generales, se confirmó en 'Salustiana' la dependencia de la floración con la producción del ciclo anterior; sin embargo, los rendimientos obtenidos en las tres cosechas evaluadas en ambos países, no permiten confirmar un comportamiento típicamente alternante, especialmente en Uruguay. Estos resultados sugieren la existencia de mecanismos de regulación que actúan durante el cuajado de los frutos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. 1987. La alternancia de cosechas en los agrios. *Fruticultura Profesional*, 8:20-26
- AGUSTÍ, M. Y V. ALMELA 1991. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Ed. AEDOS, Barcelona.
- AGUSTÍ, M.; V. ALMELA AND J. L. GUARDIOLA 1985. Interrelaciones floración-fructificación en el naranjo dulce 'Salustiana' (*Citrus sinensis* L. Osb.). VI Reunión Nacional SEFV. Resúmenes: 195
- BONO, R.; J. SOLER Y L. FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA 1985. Variedades de agrios cultivadas en España. Generalidad Valenciana, Cons. de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- GARCÍA-LUIS, A.; V. ALMELA; C. MONERRI; M. AGUSTÍ AND J. L. GUARDIOLA 1986. Inhibition of flowering 'in vivo' by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. *Physiol. Plant.*, 66: 515-520.
- GOLDSCHMIDT, E. E. AND A. GOLOMB 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing Citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107(2): 206-208.
- GUARDIOLA, J. L. 1981. Flower initiation and development in Citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*: 242-246.
- GUARDIOLA, J. L. 1992. Fruit set and growth. In: L. C. Donadio (Ed.): *Proc. 2nd International Seminar on Citrus. Physiology*: 1-30.
- JONES, W.; T. EMBLETON AND C. COGGINS JR. 1975. Starch content of roots of 'Kinnow mandarin trees bearing fruit in alternate years. *HortScience*, 10(5): 514.
- MONSELISE, S. P. AND E. E. GOLDSCHMIDT 1982. Alternate bearing in fruit trees. *Hort. Reviews*, 4: 128-173.
- MOSS, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange. *J. Hort. Sci.*, 46: 177-184.
- PATIÑO, M. 1998. La Citricultura en Uruguay. Su evolución hacia el 2000. *TodoCitrus*, 3: 37-48.
- PLUMMER, J.; M. MULLINS, J. VINE AND R. PHARIS 1989. The role of endogenous hormones in shoot emergence and abscission in alternate bearing 'Valencia' orange trees. *Acta Hort.*, 239: 341-344.
- SCHAFFER, A.; E. GOLDSCHMIDT; R. GOREN AND D. GALILI 1985. Fruit set and carbohydrate status in alternate and nonalternate bearing Citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110(4): 574-578.