

UTILIZACION DE RESERVAS EN FRUCTIFICACION EN EL MANDARINO "FORTUNE". INFLUENCIA DE LAS TECNICAS DE CUAJADO.

A.M.M. Duarte y J.L. Guardiola
Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia,
España

Abstract

The utilization of reserves in fruiting in the "Fortune" mandarin. The influence of fruit set techniques.

The effects on fruit set of GA₃, BA, and NAA applications, and that of girdling, has been determined in relation to the mobilization of the reserves during flowering and June drop.

Under the conditions of this experiment, performed with high flowering trees, carbohydrate and nitrogen contents in the leaves during flowering and fruitlet abscission were lower than the contents found in other cultivars. We could not establish a relationship between metabolite availability and fruit set. Girdling was the only effective fruit set treatment. It had no effect on the carbohydrate and the total nitrogen contents in the leaves, and reduced the amino nitrogen content.

Resumen

Se ha estudiado la efectividad de las aplicaciones de GA₃, BA y ANA, así como del rayado en el cuajado del fruto del mandarino "Fortune" en relación con la movilización de reservas durante la floración y la caída de Junio.

En las condiciones de este experimento, árboles de altos niveles de floración, el contenido en carbohidratos y nitrógeno de las hojas durante el período de abscisión y cuajado del fruto es inferior al descrito en otros cultivares, pero no se ha podido establecer una relación entre la disponibilidad de estas sustancias y el cuajado. De los tratamientos ensayados, el único efectivo para aumentar el cuajado fue el rayado un mes después de la floración. Este tratamiento no modificó el contenido de carbohidratos y nitrógeno total de las hojas y redujo el nitrógeno amínico.

1. Introducción

El cultivar "Fortune" es un híbrido de los mandarinos Clementino y Dancy. Por sus excelentes cualidades organolépticas y su época de maduración, este cultivar ha alcanzado una difusión relativamente importante en España durante los últimos años.

La producción de este cultivar es normalmente alta cuando los árboles son adultos, no presentando problemas de floración y cuajado. Sin embargo, los huertos jóvenes tienen en ocasiones una entrada en producción lenta, floreciendo abundantemente y desprendiendo la mayor parte de los órganos reproductivos.

En la presente comunicación se caracteriza el proceso de abscisión y cuajado del fruto en una parcela improductiva de este cultivar. Estos procesos se relacionan con la disponibilidad en carbohidratos y nitrógeno determinados por su contenido en las hojas. Asimismo se determina la respuesta a diversas técnicas de cuajado del fruto con el fin de evaluar su eficacia para anticipar la entrada en producción.

2. Material y métodos

Los experimentos se realizaron en un huerto de 8 años de edad, de baja productividad, situado en Castellón.

La brotación y la floración presentan las siguientes características:

- a) un número de flores muy elevado (3,4 flores por nudo),
- b) una proporción muy elevada de inflorescencias sin hojas. La relación flores/hojas en la brotación de primavera es muy elevada (11,0). Además, las hojas de estos brotes tienen una superficie muy reducida.
- c) la práctica ausencia de brotes vegetativos, características todas ellas de las parcelas improductivas, o de parcelas alternantes después de un año de baja cosecha.

Las técnicas de cuajado se compararon siguiendo un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones de cinco árboles. El diseño experimental incluía los siguientes tratamientos:

- Testigo
- GA₃ - Una aplicación de ácido giberélico (GA₃) mediante rociado a una concentración de 10 ppm en plena floración (13 de Mayo)
- BA - Una aplicación de benciladenina (BA) mediante rociado a una concentración de 20 ppm en plena floración (13 de Mayo)
- Rayado - Una incisión anular en las ramas principales un mes después de la antesis (17 de Junio)
- ANA - Una aplicación de ácido naftalenacético (sal de etanol amina; ANA) un mes después de la antesis (17 de Junio)

Las características de la abscisión y el contenido en nitrógeno y carbohidratos de las hojas se determinaron en cuatro árboles de los tratamientos 1 a 4. Los órganos desprendidos se recogieron con una malla extendida debajo de los árboles. Semanalmente se determinó su peso, se contó su número y se clasificó por su estado de desarrollo.

Desde la plena floración y hasta el final de la abscisión de órganos reproductivos se tomaron semanalmente muestras de hojas de la brotación de otoño del año anterior. En estas muestras se determinó el contenido en carbohidratos metabolizables y en nitrógeno total y amínico.

3. Resultados

3.1. Abscisión y cuajado del fruto

El porcentaje de flores que cuajaron formando un fruto que se desarrolló hasta la madurez osciló entre 0,08 y 1,2%, con un valor medio de 0,66%.

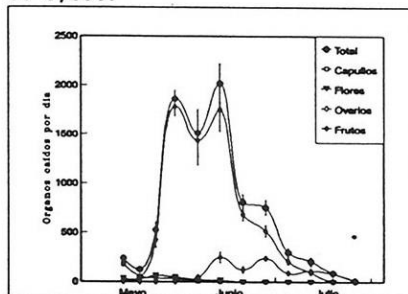


Figura 1 - Ritmo de abscisión de órganos generativos. Los valores son medias de cuatro árboles. Las barras verticales representan el error estándar.

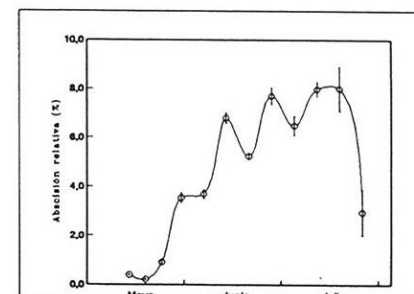


Figura 2 - Abscisión relativa de órganos generativos. Los valores son medias de cuatro árboles. Las barras verticales representan el error estándar.

La abscisión se inició inmediatamente antes de la antesis, presentando un valor máximo durante la última decena de Mayo y las 2 primeras de

Junio. El ritmo de abscisión disminuyó marcadamente a continuación, para cesar por completo a finales del mes de Julio (fig. 1). En términos relativos, esto es, expresando la abscisión como porcentaje del número de órganos que permanecía en el árbol en un momento dado (Zucconi et al., 1978), esta aumentó con el tiempo, para llegar a un valor máximo a mediados de Junio. Este valor máximo, con oscilaciones periódicas, se mantuvo hasta mediados del mes de Julio (fig.2).

Un 83% de los órganos reproductivos se desprendió inmediatamente después de la caída de pétalos, sin haber realizado un crecimiento significativo (ovarios). La abscisión se produjo por la base del pedúnculo. El 11% se desprendió por la base del ovario, en un estado posterior (frutos). La abscisión de capullos y flores fue poco importante, representando únicamente el 5,5% del total de órganos caídos.

La pérdida de materia seca en abscisión estuvo directamente relacionada con el número de flores (fig.3), ajustando a una recta de ecuación:

$$\text{Pérdida de materia seca (g)} = 659 + 0,03817 \times N^{\circ}\text{flores}$$

con un coeficiente de correlación 0,875 (P=0,99).

Se encontró una relación directa entre el número de flores por árbol y el porcentaje de cuajado (fig.4). Para el conjunto de los 16 árboles de este estudio los valores experimentales ajustan a una recta de ecuación:

$$\% \text{ cuajado} = 0,844 + 0,000023 \times N^{\circ}\text{flores}$$

con un coeficiente de correlación 0,678 (P=0,99). Esta relación solo explica el 46% de la varianza total, estando el porcentaje de cuajado afectado por otros factores adicionales.

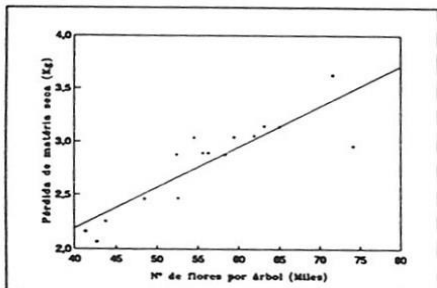


Figura 3 - Relación entre floración y pérdida de materia seca. Los puntos representan los datos de cada árbol; la recta representa la regresión lineal.

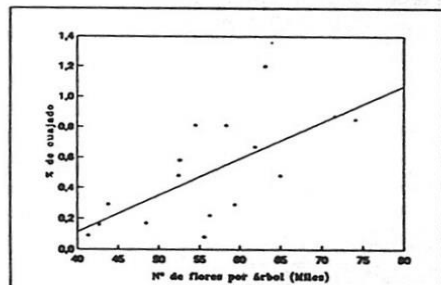


Figura 4 - Relación entre floración y porcentaje de cuajado. Los puntos representan los datos de cada árbol; la recta representa la regresión lineal.

3.2. Cambios en el contenido en carbohidratos y nitrógeno de las hojas.

El contenido porcentual en carbohidratos no estructurales en las hojas se presenta en la figura 5. El valor más elevado de contenido en carbohidratos no estructurales se observó en el primer muestreo a principios de Mayo, bajando hasta mediados de ese mes. A continuación se observó un aumento gradual de este contenido hasta finales de Junio. Durante la primera quincena de Julio los valores descendieron hasta un nivel mínimo que se mantiene hasta Septiembre.

Los cambios en los contenidos de carbohidratos no estructurales reflejan fundamentalmente los cambios en el contenido en almidón.

El contenido en azúcares no reductores bajó inicialmente hasta mediados de Mayo para recuperar en seguida un valor próximo al inicial. A finales

de Junio se observó un descenso en el contenido de azúcares no reductores que coincidió con el descenso en almidón.

El contenido de azúcares reductores se mantuvo constante a lo largo de todo el período estudiado.

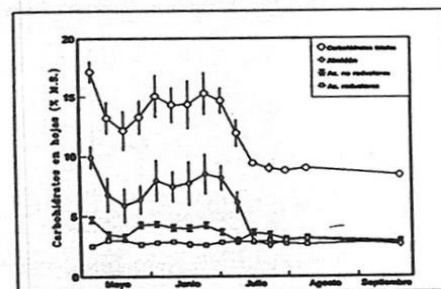


Figura 5 - Contenido de carbohidratos en hojas. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=4).

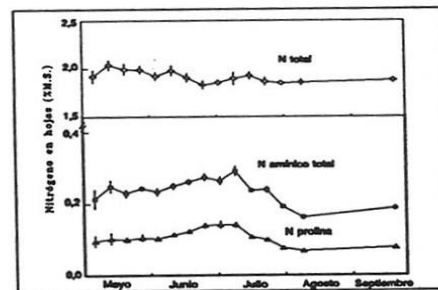


Figura 6 - Contenido de nitrógeno en hojas. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=4).

La concentración de nitrógeno total varió dentro de unos límites muy estrechos (fig.6). Disminuyó gradualmente desde principios de Mayo hasta finales de Junio, desde el 2,0% hasta un valor próximo al 1,8%, permaneciendo constante hasta finales de Septiembre.

El nitrógeno amoniacal (N α-amoniacal + N-prolina) constituyó poco más del 10% del contenido total de nitrógeno. Su concentración aumentó gradualmente desde la floración hasta principios de Julio. A continuación descendió hasta llegar a su valor mínimo a principios de Agosto.

3.3. Efecto de las técnicas de cuajado.

En la tabla 1 se presenta el efecto de 4 tratamientos de cuajado ensayados, en la cosecha. La aplicación de ácido giberélico (GA₃), de benciladenina (BA) y de ácido naftalenacético (ANA) no aumentó la cosecha. El rayado fue el único tratamiento efectivo aumentando la producción un 65% frente a los controles. Este efecto, aunque importante, es

Tabla I - Influencia de diversos tratamientos sobre la cosecha.

Tratamientos	Numero de frutos por árbol	Kg por árbol	Peso medio de los frutos (g)
Testigo	163	14	93
Rayado	266*	23*	85
NAA	188	16	84
GA ₃	200	15	85
Benciladenina	146	13	94
Error estándar	27	2	5

* Los valores difieren del testigo (P=0,95)

insuficiente para obtener una productividad normal. Los tratamientos de cuajado no afectaron el tamaño final del fruto.

La influencia del rayado en la composición de las hojas se presenta en las figuras 7 y 8.

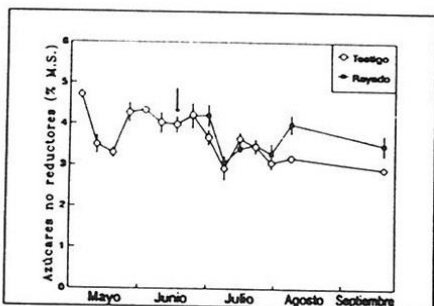


Figura 7-Influencia del rayado en la concentración de azúcares no reductores en hojas viejas. Las barras verticales representan el error estándar de cada media (n=4). La flecha indica la fecha de rayado.

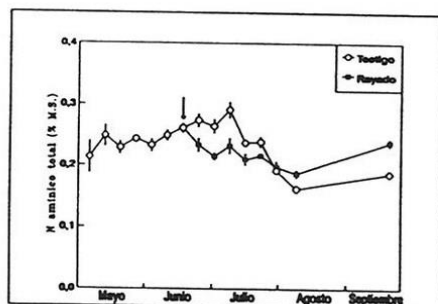


Figura 8-Influencia del rayado en la concentración de nitrógeno amínico en hojas viejas. Las barras verticales representan el error estándar de cada media (n=4). La flecha indica la fecha de rayado.

La concentración de azúcares no reductores no fue afectada por el rayado (fig.7) hasta finales de Julio, después de la abscisión, momento en que aumentó en los árboles rayados. No hubo diferencias en el contenido en almidón (datos no presentados).

El rayado redujo en un 20% la concentración de nitrógeno amínico en las hojas (fig.8), persistiendo la diferencia hasta finales de Julio. No afectó el contenido de nitrógeno total (datos no presentados).

Discusión

La abscisión precoz de los órganos reproductivos que se ha encontrado en este estudio es una característica normalmente asociada a niveles altos de floración en los cultivares partenocárpicos (Agustí et al., 1982; Guardiola et al., 1984; Monselise, 1985). Esta abscisión precoz se ha relacionado con la menor calidad de las flores en los árboles con floración elevada (Guardiola, 1992) y la competencia entre órganos en desarrollo. En árboles bien nutridos esta competencia se establece por los elementos minerales durante la floración (Guardiola et al., 1984) y por los carbohidratos posteriormente (Sanz et al., 1987; Guardiola, 1988). Al menos en un caso, se ha demostrado que esta situación es la responsable de la improductividad, ya que el cuajado aumenta al reducirse el número de flores (Guardiola et al., 1984).

La competencia por carbohidratos en este experimento es muy intensa, ya que el contenido inicial en las hojas es menor que el encontrado en otras variedades (Sanz et al., 1987; Guardiola, 1988), y el descenso en su contenido más rápido que el señalado en otros estudios (Sanz, 1984; Sanz et al., 1987). Además la práctica ausencia de hojas en la brotación de primavera hace depender el desarrollo del fruto de la capacidad fotosintética de las hojas viejas, que es marcadamente inferior a la de las hojas jóvenes (Moss, 1970). La incapacidad del rayado para aumentar el contenido de carbohidratos en las hojas a pesar de eliminar la competencia de uno de los sumideros de la planta (la raíz) demuestra la importancia de aquella; en árboles con menor nivel de floración, y de competencia, el rayado durante la post-antesis incrementa de modo marcado el contenido de azúcares de las hojas (Ruiz-Schneider, 1989; Goldschmidt y Golomb, 1982).

La relación positiva encontrada entre el número de flores por árbol y el cuajado no es compatible sin embargo con la hipótesis de que la competencia por carbohidratos determina el cuajado. Otro factor, que afecta asimismo el número de flores desarrolladas, determina aquél. No es sorprendente por tanto que la aplicación de ANA, que provoca la abscisión de parte de los frutos en desarrollo y, de este modo, reduce la

competencia, haya sido incapaz de aumentar el cuajado. La naturaleza del factor que limita el cuajado del fruto no ha sido investigado, pero el nitrógeno es un candidato obvio. Niveles bajos de nitrógeno reducen la floración (Lovatt, 1988); además, la competencia por este elemento es muy intensa durante la antesis. Los niveles de nitrógeno de las hojas en nuestro experimento es muy bajo, y no se observa en ellas el aumento de nitrógeno que tiene lugar después de la antesis en los árboles bien nutridos en este elemento (Sanz et al., 1987).

La respuesta a las técnicas de cuajado coinciden con los resultados señalados en la literatura. Mientras el GA₃ aumenta el cuajado en clementinos (Rivero et al., 1969; Krezdorn y Jernberg, 1977; Van Rensburg et al., 1992), no aumenta el cuajado en naranjo dulce (Hield et al., 1965). Su aplicación a árboles con elevada densidad de floración retrasa la abscisión de los ovarios, aumentando la abscisión relativa al final del período de abscisión sin aumentar el cuajado (Agustí et al., 1982), del mismo modo que ha ocurrido en este trabajo (datos no presentados).

Al igual que en otras especies y variedades, el rayado es efectivo para aumentar el cuajado, aunque en este estudio solo lo hace en pequeña cuantía. La incapacidad del rayado para aumentar el contenido en carbohidratos en las hojas en este estudio esta relacionada con el nivel de competencia en la planta que impide su acumulación en las hojas. En condiciones de menor competencia, el rayado aumenta los carbohidratos en las hojas durante la post-floración (Ruiz-Schneider, 1989; Goldschmidt y Golomb, 1982). En este experimento la acumulación solo se produce después de finalizar la caída de Junio, momento en que la competencia se reduce (Sanz et al., 1987). Su efecto en el cuajado no es probablemente de naturaleza nutricional; se ha señalado que el rayado modifica el equilibrio hormonal de la planta (Wallerstein et al., 1973).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.

Los autores agradecen a D. Joaquín Llusar por la cesión de la parcela y al CIHEAM y a la JNICT (Portugal) por la beca concedida a A.M.M.D.

Referencias

- Agustí, M., Garcia-Marí, F. and Guardiola, J.L. 1982. *Sci.Hort.*, 17:343-352.
 Goldschmidt, E.E. and Golomb, A. 1982. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 107:206-208.
 Guardiola, J.L., 1988. *Proc. 6th Int. Citrus Congress*, 1:381-394.
 Guardiola, J.L., 1992. Second International Seminar on Citrus, Bebedouro, Brasil (En prensa)
 Guardiola, J.L., Garcia-Marí, F. and Agustí, M. 1984. *Physiol.Plantarum*, 62:297-302.
 Hield, H.Z.; Coggins, C.W. and Garber, M.J. 1965. *Hilgardia*, 36(6):297-311.
 Krezdorn, A.H. and Jernberg, D.C., 1977. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2:660.
 Lovatt, C.J., Zheng, Y. and Hake, K.D. 1988. *Israel J. Bot.* 37:181-188.
 Monselise, S.P. 1985. En: A.H. Halevy (ed.). *Handbook of flowering*. Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp: 275-294.
 Moss, G.I. 1970. *Phyton*, 27:141-147.
 Moss, G.I. 1972. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 12:96-102.
 Rivero, J.M. del; Veyrat, P. y Gomez de Barreda, D. 1969. *Proc. 1st. Int. Citrus Symp.*, 3:1121-1124.
 Sanz, A., 1984. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
 Sanz, A., Monerri, C., Gonzalez-Ferrer, J. and Guardiola, J.L. 1987. *Physiol. Plantarum*, 69: 93-98.
 Ruiz-Schneider, R.R., 1989. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
 Van Rensburg, P; Fornes, F. and Guardiola, J.L. 1992. *VII International Citrus Congress*, Resumen Nº 316.
 Wallerstein, I., Goren, R. and Monselise, S.P. 1973. *J.Hort.Sci.*, 48:75-82.
 Zucconi, F., Monselise, S.P. and Goren, R. 1978. *Sci. Hortic.*, 9: 137-146.