

MEJORA DE LA CALIDAD DEL FRUTO COMO OBJETIVO PRIORITARIO DE LA CITRICULTURA ESPAÑOLA

Agustí, M.; V. Almela

Depto. Producción Vegetal, Universidad Politécnica, Camino de Vera, 14 46020 Valencia, España

RESUMEN. El destino de las exportaciones de fruta fresca de cítricos de España es, mayoritariamente, la Unión Europea (UE), integrada por una sociedad con un elevado poder adquisitivo y que exige fruto de gran calidad.

Los factores de calidad más importantes del fruto son: el tamaño y el aspecto de la corteza, por lo que en este estudio se revisan los métodos de control de estos factores de calidad, y en cada caso, se preceden de una breve reseña sobre los conocimientos que, actualmente, se tienen y que ayudan a comprender mejor aquellos.

PALABRAS CLAVE. *Citrus*, Tamaño de fruto, reguladores del crecimiento.

FRUIT QUALITY IMPROVEMENT AS THE PRIMARY OBJECTIVE OF CITRICULTURE IN SPAIN

SUMMARY. The destination of Spain's fresh citrus fruit exports is mainly the European Union, a society with high buying power which demands high quality fruit. The most important fruit quality factors are size and appearance of the outer rind. This study is a review of the methods of control for these quality factors, preceded by a summary of what is now known to affect them.

KEY WORDS. *Citrus*, fruit size, growth regulators.

INTRODUCCION

España produjo, en la campaña 1992/93, más de 5 millones de ton. de frutos cítricos, de las que, aproximadamente, el 75% fueron destinadas al consumo en fresco (Cuadro 1). El 50% de la producción se exporta, y en el caso de las mandarinas éste supera el 70% de la producción total.

CUADRO 1. Destino de la producción española de cítricos¹

Destino	Tm (miles)
Exportación	2.645
Industria	625
Retirada	400
Mercado interior	1.355
Mermas y Primas	275
Total	5.300

¹ Valores correspondientes a la campaña 1992/93.

El destino de nuestras exportaciones es, mayoritariamente, la Unión Europea (UE) (Cuadro 2), integrada por una sociedad con un elevado poder adquisitivo y que exige fruto de gran calidad con independencia, dentro de unos límites razonables, del precio. La calidad del fruto se ha convertido, de este modo, en el principal factor de rentabilidad de nuestras exportaciones cítricas.

CUADRO 2. Destino de las exportaciones españolas de cítricos

País	%
Alemania	32.5
Bélgica-Luxemburgo	6.1
Dinamarca	1.0
Francia	28.9
Irlanda	0.4
Italia	0.1
Holanda	8.9
Portugal	0.2
Reino Unido	9.8
Otros	12.1

En general, la calidad de un fruto está determinado por razones subjetivas. Pero algunas de sus características intrínsecas, capaces de diferenciar entre sí las distintas unidades, son especialmente apreciadas y se convierten en elementos decisivos de compra. El conjunto de todas ellas determina el grado de aceptabilidad de cada fruto por el comprador y constituye su calidad comercial.

En el caso de los frutos cítricos se han distinguido como atributos de calidad los relacionados con las características internas del fruto, capaces de ser percibidos por los sentidos del olfato, el gusto y el tacto; atributos de calidad externa, determinados casi exclusivamente por la vista; y atributos relacionados

con sus propiedades tecnológico-comerciales, que hacen referencia a los procesos de post-recolección y a la vida comercial del fruto (Orihuel, 1991).

El principal problema que presenta una clasificación de este tipo es la dificultad de utilización de métodos de medida objetivos que determinen la calidad comercial del fruto. Para salvar este obstáculo, en España se recurre a la identificación objetiva de dos grandes grupos de factores: tamaño del fruto y aspecto de la corteza. Las condiciones organolépticas o características internas del fruto, con ser importantes, apenas plantean problemas, salvo la obtención de una adecuada relación sólidos solubles totales/acidez (E/A) para los cultivares más precoces y el mantenimiento de un adecuado rendimiento en zumo (expresado en % p/p) para los más tardíos que, no obstante, no limitan su comercialización, salvo casos excepcionales.

El tamaño del fruto se ha convertido, en los últimos años, en el factor de calidad más importante, hasta el punto de que su influencia es, actualmente, cualitativa: todos los frutos que no alcanzan el tamaño exigido no se recolectan.

El aspecto de la corteza, como factor de calidad, puede ser dividido, para su estudio, en dos grandes apartados: la influencia sobre el mismo de alteraciones fisiológicas y de origen climático y mecánico, y la presencia de plagas o de daños producidos por ellas o por enfermedades de diferente etiología. En ambos casos, el máximo daño permitido es *cero*. Recientemente, el control de las plagas a través de una lucha integrada, se ha convertido en un valor añadido de calidad, lo que remite a cuestiones relacionadas con el medio ambiente y a controles toxicológicos, todo lo cual cobrará importancia creciente en los próximos años.

En este estudio se revisan los métodos de control de los factores de calidad citados, precedidos, en cada caso, de una breve reseña sobre los conocimientos que, actualmente, se tienen y que ayudan a comprender mejor aquellos.

EL TAMAÑO DEL FRUTO

El desarrollo de los frutos cítricos ha sido profundamente estudiado. Actualmente disponemos de amplia información relativa al crecimiento de sus tejidos, así como a los cambios histológicos y anatómicos asociados (Bain, 1958) y a los procesos fisiológicos y sistemas de control (Bain, 1958; Goldschmidt y Monselise, 1977; Monselise, 1977). Sin embargo, estamos todavía lejos de entender la integridad de este proceso, no sólo por su complejidad, sino por la diversidad de factores que lo controlan.

La competencia entre frutos en desarrollo explica la relación inversa encontrada entre el número de frutos por árbol y su tamaño final. Esta, sin embargo, apenas explica el 50% de la variabilidad encontrada (Agustí *et al.*, 1994b). Es más, cuando el número de frutos por árbol es muy elevado, éstos adquieren su mínimo tamaño que, para un amplio rango, no depende del número de frutos sino de la dotación genética del cultivar (Goldschmidt y Monselise, 1977). La implicación de los carbohidratos en los fenómenos de competencia parece obvia, pero no ha podido ser confirmada convincentemente. La importancia de los elementos minerales es escasa en condiciones agronómicas adecuadas, ya que su influencia sólo se registra, negativamente, cuando se alcanzan situaciones de deficiencia.

Los fenómenos de competencia nutricional no son los únicos, ni los más importantes factores determinantes del tamaño final del fruto. De hecho, la capacidad de crecimiento de éste se ha mostrado decisiva en el resultado final. La posibilidad de una competencia activa por auxinas endógenas durante los primeros estados de la fase lineal del desarrollo, se ha apuntado como factor decisivo (El-Otmani *et al.*, 1993). Sería a través de ésta como el fruto modularía su capacidad sumidero hasta niveles suficientes que permitirían su persistencia en la planta y su desarrollo, o insuficientes que provocarían su abscisión. En condiciones ventajosas de competencia, bien por la presencia de un número reducido de frutos, bien por un contenido endógeno en auxinas elevado, el tamaño final del fruto adquiere valores más elevados que los que caracterizan a la variedad. La veracidad de esta hipótesis de competencia entre frutos por auxinas endógenas, explicaría todos los casos reales posibles, daría explicación a los resultados de Lenz (1978) relativos a la activación fotosintética provocada por la presencia del fruto y explicaría la respuesta obtenida mediante la aplicación exógena de auxinas de síntesis (Agustí y Almela, 1991). La competencia por otros metabolitos carecería de importancia, salvo en los casos de deficiencia mineral.

En España, el control del desarrollo del fruto se logra utilizando este concepto. La aplicación de auxinas de síntesis, al final de la caída fisiológica de los frutos, aumenta la capacidad sumidero de éstos y alcanzan un mayor tamaño final.

Los resultados dependen, críticamente, de la época de aplicación. Se presentan óptimos, esto es, con aclareos de frutos mínimos y considerables aumentos del tamaño final del fruto, para tratamientos efectuados cuando el fruto tiene un diámetro medio entre 15 y 20 mm en las mandarinas 'Clementinas' (*Citrus clementina* Hort. ex Tanaka), entre 20 y 25 mm en las mandarinas 'Satumas' (*Citrus unshiu* Marc.), y

entre 25 y 30 mm en el naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osb.). Tratamientos anteriores provocan aclareos no deseables, de intensidad variable según el tipo de auxina; tratamientos posteriores pierden progresivamente su eficacia. La concentración a aplicar es, asimismo, decisiva, pero depende del tipo de auxina. Actualmente se utilizan, comercialmente, el éster butilglucólico del ácido 2,4-diclorofenoxipropiónico (2,4-DP), a una concentración de 50 mg l⁻¹, el ácido 3,5,6-tricloro-2-piridiloxiacético (3,5,6-TPA), a 10 mg l⁻¹, y el tioéster etílico del ácido 4-cloro-*o*-toliloxiacético (Fenotioli^R), a una concentración de 20 mg l⁻¹. En todos los casos, el volumen de caldo aplicado es de, aproximadamente, 6 l/árbol (2 500 l ha⁻¹). En condiciones óptimas de tratamiento se consiguen incrementos entre el 5 y el 10% en el diámetro medio de los frutos, dependiendo del tipo de auxina y de la variedad. En el Cuadro 3, se presenta un resumen general de los resultados obtenidos con las tres auxinas de síntesis citadas y para las condiciones citricolas españolas.

CUADRO 3. Incrementos logrados sobre el diámetro medio de los frutos cítricos con la aplicación de auxinas de síntesis¹

Especie Variedad	Auxina aplicada ²		
	2,4-DP; 50 mg l ⁻¹	Fenotioli; 20 mg l ⁻¹	3,5,6-TPA; 10 mg l ⁻¹
Naranjo dulce			
Navelina	4.9	2.7	---
Navelate	4.2	1.6	5.2
Salustiana	3.8	---	---
Valencia	4.4	---	3.4
Mandarino			
Marisol	2.8	2.5	6.1
Oronules	3.6	1.9	5.0
Clement. Fina	5.5	3.2	5.2
Clemenules	2.5	1.0	3.0
Hernandina	4.3	---	7.6
Sat. Owari	4.4	2.3	---
Clausellina	---	---	5.0
Híbridos			
M. Nova	1.2	2.1	4.9
M. Fortune	6.9	3.0	9.9

¹ Valores expresados en mm.

² Tratamientos efectuados finalizando la caída fisiológica de los frutos.

Más importante que el incremento del diámetro medio de los frutos tratados, es la mejora lograda en la distribución comercial del fruto. El porcentaje de frutos con calibres comerciales más apreciados aumenta, al mismo tiempo que el de los calibres de destrío se reduce hasta casi anularse (Agustí *et al.*, 1994a; El-Otmani *et al.*, 1993). La mejora de la calidad lograda, junto con la reducción de pérdidas por frutos de calibre inapropiado, hacen inevitables, actualmente en España, estos tratamientos.

El mecanismo de acción de estas sustancias se ha demostrado a través de un incremento de la capacidad sumidero del fruto tratado (El-Otmani *et al.*, 1993), lo que es compatible con la hipótesis propuesta de competencia activa por auxinas endógenas. Como consecuencia de ello, todos los tejidos del fruto aumentan de tamaño coordinadamente y sus características mejoran en valor absoluto, pero no relativo al peso del fruto. De acuerdo con este último criterio, utilizado comercialmente, la calidad del fruto tratado es semejante a la del control sin tratar.

ALTERACIONES DE LA CORTEZA ASOCIADAS A LA SENESCENCIA

La estructura varietal actualmente existente en España, concentra marcadamente la oferta de los frutos cítricos durante los meses de noviembre a enero, período en el que se recolecta y exporta más del 60% de la producción. Especialmente notable es el caso de las mandarinas en el que la cifra se eleva hasta valores superiores al 80%. La caída de los precios que la elevada oferta conlleva, obliga a prolongar el período de recolección. El mantenimiento del fruto en cámaras frigoríficas hasta la espera de la recuperación de los precios, sólo permite un tonelaje limitado. Mantener la calidad del fruto a lo largo del período en el que se inicia y desarrolla su senescencia es crucial para obtener el resultado deseado.

Cuando el fruto supera su maduración hortícola, la corteza inicia, irreversiblemente, su senescencia. La manifestación de ésta da lugar a alteraciones de distinto tipo, que tienen causas diferentes y cuya importancia depende de la variedad. Pero en todos los casos, el control es preventivo, de modo que cuando ya se han iniciado resulta imposible evitarlas. Su estudio puede abordarse considerando dos tipos de alteraciones generales: las relacionadas con el desarrollo de la corteza, y las relacionadas con la sensibilidad de ésta a las condiciones climáticas.

Entre las primeras, el *puffing* (*bufado*) es, en la mandarina 'Satsuma Owari', la alteración de mayor importancia comercial. En nuestras condiciones, todos los frutos maduros presentan la alteración, aunque con distinta intensidad. El fruto más afectado es muy sensible al manipulado y se agrieta con facilidad, originándose de este modo focos de infección fúngica que provocan importantes pérdidas económicas. Su origen es la aparición de grandes espacios intercelulares en las capas más profundas del albedo durante los estados iniciales del desarrollo del fruto y una vez que se ha superado la fase de proliferación celular (Kuraoka, 1962). Cuando el fruto alcanza la maduración, el crecimiento de la corteza que tiene lugar en esta variedad, exaltado por las elevadas humedades del suelo y de la atmósfera propias de la

época, facilita la aparición de roturas celulares, dando lugar a un albedo agrietado y poco resistente y a la separación entre la corteza y la pulpa, dado que esta última ha detenido ya su crecimiento. La aplicación de ácido giberélico (AG) a una concentración de 10 mg l^{-1} , un mes antes de que el fruto complete su crecimiento y cambie de color, inhibe el crecimiento final de la corteza, con lo que la manifestación del bufado se reduce significativamente (García-Luis et al., 1985). Además, el tratamiento aumenta la resistencia de la corteza, lo que contribuye también a reducir los efectos. Esta última acción es compartida, también, por las auxinas de síntesis aplicadas al final de la fase de división celular del desarrollo del fruto (Agustí et al., 1994a). La adición de compuestos nitrogenados a la aplicación de AG, mejora la respuesta (Cuadro 4) (García-Luis et al., 1985).

CUADRO 4. Control del bufado de la mandarina 'Satsuma Owari' mediante la aplicación de ácido giberélico. Efecto de la adición de compuestos nitrogenados.

Compuestos aplicados	Concentración (%)	Concentración de AG	
		0 mg l^{-1}	10 mg l^{-1}
---	---	56.3	32.7 ^b
Fosfato amónico	1.5	50.5	25.7 ^a
Nitrato amónico	1.8	66.4	18.1 ^a
Nitrato potásico	2.0	50.3	27.7 ^b
Nitrato magnésico	1.5	50.0	30.7 ^b
Urea	0.8	59.8	27.6 ^b

Valores expresados en % de frutos afectados por árbol

Fecha de aplicación: 3.X; fecha de recolección: 3.II

Subíndices distintos indican diferencias significativas, $p < 0.05$

Tomado de García-Luis et al., 1985.

Las características del fruto tratado no son alteradas por los tratamientos, salvo las relacionadas con la corteza y su evolución. Sin embargo, el retraso en la coloración del fruto y la reducción de la floración, consecuencia del retraso en la recolección, observada en la primavera siguiente (Agustí y Almela, 1991), deben tenerse en cuenta dentro de una estrategia general de cultivo y comercialización.

La alteración conocida como *creasing* se caracteriza por la presencia de pequeñas grietas y roturas en el albedo que alternan con áreas de abultamiento del flavedo, frágiles al manipulado y transporte (Erickson, 1968), lo que deprecia la calidad del fruto. En España esta alteración afecta a las naranjas 'Navelina', 'Washington navel' y 'Valencia', y a las mandarinas 'Clementinas' y 'Fortune'. Se origina, al igual que en el caso del *bufado*, al final de la fase de proliferación celular, aunque la alteración no se manifiesta externamente hasta la maduración del fruto. Tiene su origen en un fallo enzimático que facilita la degradación de las paredes celulares del albedo (Monselise et al., 1976), que se rompen durante el

desarrollo del fruto como consecuencia de la presión que la pulpa ejerce en su crecimiento, lo que se ve favorecido por fluctuaciones hídricas, alteraciones nutricionales, stress, etc. (Holtzhausen, 1981). Los factores climáticos y agronómicos que promueven el desarrollo de la alteración han sido revisados por Agustí y Almela (1991). La aplicación de 10 mg l^{-1} de AG al inicio de la fase de alargamiento celular reduce su incidencia (Monselise et al., 1976; Gilfillan et al., 1981). Aplicaciones al cambio de color del fruto reducen su manifestación (Monselise et al., 1976), al inhibir el crecimiento final de la corteza, pero son menos eficaces. También en este caso, la adición de compuestos nitrogenados mejora la respuesta, aunque no siempre de modo consistente (Bar-Akiva, 1977). El retraso de la coloración del fruto provocado por estos últimos tratamientos, debe ser valorado comercialmente antes de efectuarlos.

La sensibilidad de la corteza a condiciones climáticas adversas aumenta con su envejecimiento, que se inicia una vez que el fruto ha completado su maduración. Si éste no se recolecta, su evolución en el árbol da lugar a alteraciones internas y externas que degradan su valor comercial. Estas alteraciones, típicas de las mandarinas 'Clementinas', se caracterizan por la presencia de decoloraciones, grietas, pérdidas de turgencia, etc, en la corteza, y una pérdida de zumo que contrae la pulpa y la separa de la corteza, originando un *bufado* con consecuencias comerciales similares a las descritas para la mandarina 'Satsuma Owari'. El AG retarda la senescencia de la corteza y, por tanto, la aparición de este tipo de alteraciones. La pérdida de zumo, sin embargo, escapa a su control y es posible tener frutos con una corteza perfecta pero con un rendimiento en zumo inferior al exigido para su comercialización. Una aplicación de 10 mg l^{-1} de AG, antes de que el fruto inicie el cambio de coloración, es suficiente para reducir significativamente la incidencia de alteraciones de la corteza (Cuadro 5) (Agustí et al., 1988). La adición de sales nitrogenadas mejora la respuesta, que siempre se ve acompañada de un retraso de la coloración.

CUADRO 5. Control de alteraciones de la corteza de las mandarinas asociadas a su maduración. Efecto del ácido giberélico¹.

	Clementina	Clementina	Mandarina	Mandarina
	Fina ¹	de Nules ²	Nova ²	Fortune ³
Controles	44	72	12	61
AG; 10 mg l^{-1}	55	88	53	80
Significación	5%	5%	5%	5%

¹ Valores expresados en porcentaje de frutos sanos en el momento de la recolección.

Valores adaptados de Guardiola et al. (1981)¹; Agustí et al. (1988)²; y Agustí y Almela (1989)³

Un caso particular de sensibilidad a las condiciones medioambientales, lo constituye la mandarina 'Fortune' (mandarina 'Clementina' x mandarina 'Dancy'). Este híbrido, cuando supera la madurez hortícola, es muy sensible a la alteración conocida con el nombre de *cold-pitting* o *picado* de la corteza, consistente en pequeñas manchas pardo-oscuros que alcanzan áreas relativamente amplias, que coalescen con el tiempo, dando lugar a lesiones deprimidas y oscuras (Almela *et al.*, 1992). Las capas ceras epicuticulares quedan afectadas, la permeabilidad cuticular aumenta y las células epidérmicas se deshidratan, mientras que las glándulas de aceites esenciales permanecen intactas (Vercher *et al.*, 1994). Las causas de esta alteración se han relacionado con la presencia de fuertes vientos fríos y secos, temperaturas bajas, y humedades elevadas y prolongadas. Su control es difícil, aunque con aplicaciones de nitrato cálcico, a concentraciones del 2%, antes de que el fruto inicie el cambio de color, reducen la incidencia de la alteración. El AG no presenta ningún efecto positivo, sino que reduce la acción del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ cuando se aplican conjuntamente, lo que se ha relacionado con el menor espesor de la corteza que tienen los frutos tratados con este fitoregulator (Jackson *et al.*, 1992).

Otras alteraciones como manchado del albedo, colapso de la corteza, granulación, membranosis, peteca, oleocelosis, etc., aparecen sólo esporádicamente en España y carecen de importancia. Su etiología y algunas técnicas útiles para su control (cuando éste es posible) fueron revisadas por Agustí y Almela (1991).

TECNOLOGIA POST-RECOLECCION.

El destino mayoritario de la producción española de cítricos hacia mercados para su consumo en fresco, marca decisivamente los procesos comerciales tras la recolección del fruto. La exigencia de aquellos ha promovido una tecnología relativamente sofisticada, pero ampliamente desarrollada. Así, en la recolección se exige que el fruto mantenga el cáliz y una pequeña fracción de pedúnculo, el transporte debe efectuarse de modo que el fruto no sufra golpes ni otro tipo de agresiones mecánicas capaces de provocar heridas, la desinfección (sobre todo de hongos) previa al envasado es obligatoria, el envase ha de cumplir con la normalización de la UE al respecto,... El aspecto externo del fruto ha de ser, por tanto, perfecto o soportar imperfecciones en muy baja cuantía.

Pero los procesos clave de la tecnología post-cosecha, son aquellos que permiten prolongar el periodo de comercialización, anticipando la coloración del fruto para adelantarlo o conservando el fruto, hasta épocas extemporáneas respecto de cada variedad,

para retrasarlo. Y en ambos casos sin pérdida del valor comercial. El primer objetivo se logra con la desverdización de la corteza del fruto. El segundo, mediante la frigoconservación.

El proceso de desverdización se lleva a cabo en cámaras en las que el fruto se somete a un tratamiento standard (Grierson *et al.*, 1986) de etileno ($2-3 \text{ mg l}^{-1}$), CO_2 (0.1%), 20°C , HR 90%. El momento en el que el fruto puede ser sometido a este proceso viene marcado por el CCI (Citrus Colour Index) (Jiménez- Cuesta *et al.*, 1981), de modo que cuando éste alcanza valores iguales o superiores a -15, la desverdización del fruto, de acuerdo con las exigencias comerciales, está garantizada. El CCI está basado en la combinación de los parámetros de coloración de Hunter. Los problemas más frecuentes que pueden aparecer tras la desverdización del fruto son, la quemadura del cáliz, la irregularidad en la distribución de la coloración del fruto y, en los casos más graves, el decaimiento de la textura de la corteza. Las condiciones del tratamiento y la sensibilidad varietal al mismo, determinan los resultados. La utilización, en condiciones de precosecha, de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfónico; una sustancia liberadora de etileno) acelera el inicio de la coloración del fruto en el árbol y reduce, cuando se utiliza en combinación con el tratamiento en cámara, el tiempo requerido para la desverdización (Pons *et al.*, 1992). La aplicación de auxinas de síntesis al inicio de la fase de elongación celular (esto es, en la época en que promueven el crecimiento del fruto), en combinación con la desverdización en cámaras de etileno cuando el CCI lo permite, presenta una respuesta similar (Casas y Mallent, 1983; 1986; Pons *et al.*, 1992; Agustí *et al.*, 1994).

La frigoconservación permite mantener el fruto, tras su recolección, sin pérdidas notables de acidez libre, de vitamina C y de peso y textura por deshidratación. Cuanto menor es la temperatura de conservación (sin alcanzar valores de congelación), más lenta es la pérdida de calidad del fruto. Por tratarse de frutos para consumo en fresco, su metabolismo debe mantenerse activo y, por tanto, en fase líquida. Esta limitación técnica, sin embargo, está sujeta a otras consideraciones tan importantes como la descrita. Las bajas temperaturas pueden provocar el desarrollo de alteraciones sobre la corteza de los frutos, conocidas genéricamente como *chilling injuries* (Grierson y Ben- Yehoshua, 1986) que dependen de la especie y variedad. Los pomelos y limones son más sensibles a este respecto, no siendo recomendables temperaturas de conservación inferiores a $11-12^\circ\text{C}$, mientras que las naranjas y mandarinas soportan temperaturas de $2-3^\circ\text{C}$ sin problemas. Los tangelos y sus híbridos exigen temperaturas ligeramente superiores (no inferiores a $4-5^\circ\text{C}$) (Cuquerella, 1994). El

cold pitting, y en menor cuantía el *bronceado del fruto* y el *oil darkening*, son las alteraciones post-recolección más frecuentes encontradas en España. El mantenimiento de los límites térmicos citados y la utilización de métodos físicos de control son, en general, suficientes para evitarlas. El enfriamiento en cascada (o progresivo), el acondicionamiento cíclico y repetitivo a dos temperaturas, la interrupción brusca y periódica (por calor) de la temperatura de conservación, y el precalentamiento rápido por inmersión del fruto en agua a 40-53°C antes de la frigoconservación, son los métodos físicos más ampliamente utilizados en España (Cuquerella, 1994).

CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El establecimiento de una agricultura que, sin menoscabo de la productividad y calidad de los productos, sea respetuosa con el medio ambiente, contribuyendo al mantenimiento ecológico, ha venido en denominarse *agricultura sostenible*. Este concepto incluye tanto el empleo de abonos verdes, la utilización de técnicas físicas (rayado, escarda mecánica, sombreado,...), etc., como la lucha dirigida de plagas y, aún en algún caso, de enfermedades.

No existe ninguna duda de que la legislación de la UE en materia agrícola se dirige, progresivamente, en este sentido. Y ello no sólo por la posible existencia de residuos procedentes de algunas sustancias fitosanitarias, sino porque la conservación del medio ambiente es objetivo prioritario. En estas condiciones, la clasificación como *biológico* de un producto agrícola para su consumo en fresco indica que ha sido cultivado de acuerdo con ese objetivo y supone un valor añadido de calidad. Es, sin embargo, imprescindible en este asunto evitar y condenar toda demagogia, de modo que es necesario establecer criterios objetivos, determinar técnicas y compatibilizar controles que, conjuntamente, permitan obtener una rentabilidad máxima de las explotaciones con un respeto deseable y coherente del medio natural.

El control de plagas es un buen ejemplo de desarrollo de este tipo de Citricultura en España. Los cóccidos, los ácaros y la mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus* Maskell) son considerados, actualmente, las tres plagas más importantes de los cítricos. Su control, por los motivos antes expuestos, se lleva a cabo, cada vez con mayor intensidad, mediante una combinación racional de acciones biológicas, físicas y químicas y en la que la aplicación de productos fitosanitarios se limita a mantener las poblaciones de organismos agresivos a niveles inferiores al umbral de perjuicio y compatibles con una lucha biológica. Es decir, se trata de una *lucha integrada* (Moner, 1992).

La lucha biológica se ha desarrollado de modo notable durante los últimos años (Ripollés, 1992). Especial mención merecen los estudios de los Fitoseidos (*Euseius stipulatus* Athias- Henriot) como enemigos naturales de los ácaros y su influencia en el control de éstos (García-Marí *et al.*, 1994), y el desarrollo de Hymenoptera *Cales noacki* How y otros parásitos naturales de la mosca blanca (Garrido, 1983).

Un caso de importancia relevante en este tipo de controles, lo constituye el desarrollo del hongo hifomiceto *Myrothecium roridum* Tode ex Fire para el control biológico de los hongos *Phytophthora spp.* Los resultados, todavía experimentales, son prometedores (Tuset *et al.*, 1990).

Finalmente, la presencia de residuos tóxicos se halla estrictamente controlada y es de esperar que a medida que los métodos de detección sean más precisos, los límites tolerantes sean más bajos y las normas más restrictivas. Su importancia, por tanto, afectará específicamente al desarrollo de nuevos agroquímicos, prevaleciendo aquellos que logrando una elevada eficacia puedan ser fácilmente metabolizados por la planta o requieran de concentraciones muy bajas. Ello unido a su efecto sobre el aplicador y a su ecotoxicidad, constituye el estudio actual del desarrollo de muchas sustancias de este tipo, de acuerdo con la legislación vigente en el seno de la UE.

LITERATURA CITADA

- AGUSTI, M.; V. ALMELA. 1989. El cultivo de la mandarina Fortune en España. Problemas y perspectivas. *Frut. Prof.*, 25:39-48.
- . 1991. Aplicación de fitoreguladores en citricultura. Ed. AEDOS, Barcelona, España.
- ; V. ALMELA; M. AZNAR; M. EL-OTMANI; J. PONS. 1994a. Satsuma mandarin fruit size increased by 2,4-DP. *HortScience*, 29:279-281.
- ; V. ALMELA; M. AZNAR; M. JUAN; V. ERES. 1994b. Desarrollo y tamaño final del fruto en los agrios. Generalitat Valenciana (en prensa).
- ; V. ALMELA; J.L. GUARDIOLA. 1988. Aplicación de ácido giberélico para el control de alteraciones de la corteza de las mandarinas asociadas a la maduración. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.*, 3:125-137.
- ; V. ALMELA; M. JUAN; M. AZNAR; M. EL-OTMANI. 1994. Quality control of citrus and stone fruits. *Proc. Int. Postharvest Symp.* (en prensa).
- ALMELA, V.; M. AGUSTI; J. PONS. 1992. Rind spots in fortune mandarin. Origin and control. *Physiol. Plant.*, 85:60.

- BAIN, J.M. 1958. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange, (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Aust. J. Bot.*, 6:1-24.
- BAR-AKIVA, A. 1977. Changing goals and modes in use of mineral nutrients in citrus orchards. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:43-46.
- CASAS, A.; D. MALLENT, 1983. Aclareo químico y modificación de la maduración de mandarinas Clausellinas con Figaron (éster etílico del ácido 5-cloro-1H-3 indazolacético). *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 23:360-368.
- , 1986. Efectos del Figaron (éster etílico del ácido 5-cloro-1H-3 indazolacético) sobre la calidad de las naranjas Navelina y las mandarinas Satsumas. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 26:239-248.
- CUQUERELLA, J. 1994. Frigoconservación de cítricos: Problemática actual. En: *Temas cítricos*, Edipublic, S.L., Valencia, España.
- EL-OTMANI, M.; M. AGUSTI; M. AZNAR; V. ALMELA. 1993. Improving the size of 'Fortune' mandarin fruits by the auxin 2,4-DP. *Scientia Hort.*, 55:283-290.
- ERICKSON, L.C. 1968. The general physiology of citrus. En: *The Citrus Industry*, vol. III, W. Reuther (ed.), Univ. Calif., Div., Agr. Sci., Berkeley, California, EEUU.
- GARCIA-LUIS, A.; M. AGUSTI; V. ALMELA; E. ROMERO; J.L. GUARDIOLA. 1985. Effect of gibberellic acid on ripening and peel puffing in Satsuma mandarin. *Scientia Hort.*, 27:75-86.
- GARCIA-MARI, F.; F. FERRAGUT; J. COSTA. 1993. Control integrado de ácaros en cítricos. *Actas I Cong. Citricultura de La Plana*: 269-289.
- GARRIDO, A. 1983. Enemigos naturales de la mosca blanca de los cítricos (*Aleurothrixus floccosus* Mask) y métodos de control. *Lev. Agric.*, 246:77-86.
- GILFILLAN, I.M.; J.A. STEVENSON; E.A. HOLMDEN; J.P. WAHL. 1981. Control of creasing in Navel with gibberellic acid. *Proc. Int Soc. Citriculture*. 1:224-226.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; S.P. MONSELISE. 1977. Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2:668-672.
- GRIERSON, W.; S. BEN-YEHOSHUA. 1986. Storage of citrus fruits. En: *Fresh citrus fruits*, W. Wardowski, S. Nagy y W. Grierson (eds.), The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, EEUU.
- GRIERSON, W.; E. COHEN; H. KITAGAWA. 1986. Degreening. En: *Fresh citrus fruits*, W. Wardowski, S. Nagy y W. Grierson (eds.), The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, EEUU.
- GUARDIOLA, J.L.; M. AGUSTI; J. BARBERA; A. SANZ. 1981. Influencia del ácido giberélico en la maduración y senescencia del fruto de la mandarina clementina (*Citrus reticulata* Blanco). *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 21:225-239.
- HOLTZHAUSEN, L.C. 1981. Creasing: Formulating a hypothesis. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:201-204.
- JACKSON, P.R.; M. AGUSTI; V. ALMELA; M. JUAN. 1992. Tratamientos para mejorar la conservación en el árbol del fruto de la mandarina 'Fortune'. *Lev. Agric.*, 317/318:16-22.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; J. CUQUERELLA; J.M. MARTINEZ-JAVEGA. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2:750-753.
- KURAOKA, T. 1962. Histological studies on the fruit development of the Satsuma orange with special reference to peel-puffing. *Mem. Ehime Univ. Sect. VI*, 8:106-154.
- MONER, J.P. 1992. Situación actual del control integrado de plagas de los cítricos en España. *Phytoma*, 40:103-108.
- MONER, J.P. 1993. Métodos de lucha contra cóccidos. *Actas I Cong. Citricultura de La Plana*: 213-228.
- MONSELISE, S.P. 1977. Citrus fruit development: endogenous systems and external regulation. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2:664-668.
- ; M. WEISER; N. SHAFIR; E.E. GOLDSCHMIDT. 1976. Creasing of orange peel. *Physiology and control*. *J. Hortic. Sci.*, 51:341-351.
- ORIHUEL, B. 1991. The management of quality in the handling, packing and distribution of fresh fruit and vegetables with special reference to citrus. *Proc. Fla. Stat. Hortic. Sci.*, 104:219-224.
- PONS, J.; V. ALMELA; M. AGUSTI. 1989. Efectos de las aplicaciones de Figaron (etilclozate) en la maduración de las mandarinas Oroval (*Citrus reticulata* Blanco) y Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.), *Lev. Agric.* 289:19-24.
- ; V. ALMELA; M. JUAN; M. AGUSTI. 1992. Use of ethephon to promote colour development in early ripening Clementine cultivars. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1:459-462.
- RIPOLLES, J.L. 1992. Conservación o mejora de la acción de los entomofagos ya existentes. *Phytoma*, 35:18-22.
- RIVERO, J.M. DEL. 1989. Plagas de insectos de los cítricos en España. *Frut. Prof.*, 25:77-83.
- TUSET, J.J.; C. HINAREJOS; J. GARCIA. 1990. Phytophthora foot rot control in citrus by *Myrothecium roridum*. *Bulletin OEPP*, 20:169-176.
- VERCHER, R.; F.R. TADEO, V. ALMELA; S. ZARAGOZA; E. PRIMOMILLO; M. AGUSTI. 1994. Rind structure, epicuticular wax morphology and water permeability of 'Fortune' mandarin fruits affected by peel pitting. *Ann. Bot.* (en prensa).