

Influencia del secado lento a baja temperatura en el contenido carotenóide de dos variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Balance biosintético y/o degradativo en función de las condiciones de procesado

Por A. Pérez-Gálvez (1), J. Garrido-Fernández (1), M. Lozano-Ruiz (2), V. Montero de Espinosa (2) y M. I. Mínguez-Mosquera (1) *

(1) Departamento de Biotecnología de Alimentos. Instituto de la Grasa (CSIC).
Av. Padre García Tejero 4, 41012, Sevilla, Spain.

(2) Departamento de Tecnología Agroalimentaria. Consejería de Agricultura y Comercio,
Junta de Extremadura. Finca Santa Engracia, Apdo. 20030, 06080, Badajoz.

RESUMEN

Influencia del secado lento a baja temperatura en el contenido carotenóide de dos variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Balance biosintético y/o degradativo en función de las condiciones de procesado.

Se realiza un estudio del proceso de secado de dos variedades de pimiento pimentonero (*Capsicum annuum* L. cv *Jaranda* y cv *Jariza*) efectuado a baja temperatura según las técnicas tradicionales de la comarca de La Vera. El control de las características de los frutos antes y después del procesado y de las condiciones de deshidratación en seis procesos de secado han permitido establecer una correspondencia entre la humedad inicial de los frutos, los parámetros de secado (temperatura y tiempo), y la ganancia y/o pérdida (y su correspondiente cuantía) en el contenido inicial de pigmentos carotenoides. Las condiciones favorables a una ganancia en pigmentos (que indica la existencia de un proceso biosintético) son aquellas en las que se parte de frutos sanos, con altos valores de humedad, temperatura de secado moderada - baja (menor de 50 °C) y sin extender innecesariamente el tiempo de procesado (sólo hasta conseguir la textura adecuada para la molienda).

PALABRAS-CLAVE: Carotenóide - Deshidratación - Humedad - Pimentón - Procesado - Temperatura.

SUMMARY

Influence of the slow drying at low-temperature in the carotenoid content of two pepper varieties (*Capsicum annuum* L.). Biosynthetic and/or degradative balance as a function of the processing conditions.

A study of drying process at low temperature of two varieties of pepper for paprika (*Capsicum annuum* L. cv *Jaranda* and *Jariza*) according to the traditional techniques of La Vera region is carried out controlling simultaneously the characteristics of the fruits before and after of the dehydration process and the conditions used. Correspondences have been found between the initial moisture of the fruits, the drying parameters (temperature and time), and the increase and/or loss (including its corresponding quantity) in carotenoid pigment content. The favorable conditions to produce a pigment content increase, that indicates the existence of a biosynthetic process, are those including a healthy raw material with high moisture values and temperature of dried moderate - low (50 °C) without extending unnecessarily the dehydration time (just to obtain the adequate texture for the grinding).

KEY-WORDS: Carotenoid - Dehydration - Moisture - Paprika - Process - Temperature.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque la característica más importante de un pimentón es su color, otras propiedades organolépticas se unen a ésta para, en su conjunto, determinar el valor comercial y la calidad de este producto. En la industria cárnica se valora enormemente al pimentón ahumado por el aroma que le confiere a los productos en los que se emplea como aditivo, siendo muy apreciado por el consumidor. Para conseguir el aroma ahumado, en la comarca de La Vera (España) se emplea la combustión de leña de encina o roble, generando además el calor necesario para deshidratar los frutos de pimiento. Este proceso no se rige por ningún criterio técnico ni adopta condiciones prefijadas sino que está sujeto a la experiencia del agricultor encargado de realizarlo (Mínguez-Mosquera et al, 1996).

Esta forma de secar se confronta a otros sistemas más actualizados que utilizan circulación de aire forzada y que permiten un control exhaustivo de la temperatura. Normalmente este parámetro se fija entre 70-80 °C consiguiendo deshidratar los frutos en unas 8 horas (Mínguez-Mosquera et al, 1994a). Los valores de estos parámetros se contraponen a los que se pueden alcanzar en un secado tradicional: la temperatura media no sobrepasa los 50 °C y el tiempo de secado se alarga hasta los 8-10 días, con la consecución del aroma y sabor característicos de los frutos secados de esta forma. Al tratarse de dos sistemas de secado muy diferentes, los efectos en el fruto son también muy distintos y matizados por las características de la variedad y el grado de madurez del pimiento a deshidratar (Mínguez-Mosquera et al, 1994b).

Por lo general, debido a las condiciones más energéticas del secado industrial el contenido carotenoide desciende tras el proceso de deshidratación (Minguez-Mosquera et al, 1993). Sin embargo, el procedimiento artesanal deshidrata los frutos más lentamente, en un ambiente, en general suave y poco agresivo, que hace posible que los frutos mantengan su contenido carotenoide e incluso existen evidencias que demuestran que este sistema puede culminar la maduración de los frutos aumentando el contenido carotenoide (Minguez-Mosquera y Hornero-Méndez, 1994). En algunos casos también se ha comprobado que, debido a la falta de control sobre las condiciones de secado, se pueden dar situaciones contrarias obteniendo rendimientos negativos del contenido en pigmentos (Minguez-Mosquera et al, 2000). El exceso de calor bloquea rápidamente los mecanismos biosintéticos y son los degradativos los que se ven favorecidos (Minguez-Mosquera et al, 1994b).

En el secado tradicional son las condiciones del procesado las responsables de que las reacciones catabólicas superen o no a las reacciones de síntesis. Este balance biosíntesis/degradación también se puede alterar por los antioxidantes presentes en el fruto del pimiento, como ácido ascórbico y tocoferoles, que favorecen el mantenimiento del nivel pigmentario de los frutos (Larson, 1988; Biacs et al, 1992; Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996). Por el contrario el enzima lipoxigenasa, según las condiciones del medio, podría ejercer su acción de formación de hidroperóxidos (Daood y Biacs, 1986; Minguez-Mosquera et al, 1993) y abrir el camino a las reacciones peroxidativas de pigmentos, con la consiguiente pérdida de color.

El hecho de que este tipo de secado tradicional permita procesos de síntesis y por tanto la culminación de la maduración de los frutos, al margen de imprimir características organolépticas únicas, no garantiza que esta situación óptima se alcance siempre puesto que no existe ningún control sobre los parámetros implicados a este proceso de secado y se desconocen qué condiciones aplicar para evitar pérdidas en el contenido carotenoide.

El objetivo principal del presente estudio es realizar un control de los tres parámetros básicos del proceso de secado tradicional: humedad de los frutos, temperatura y tiempo de secado, y estudiar cómo estos parámetros afectan al contenido carotenoide inicial de los frutos a deshidratar. Una vez determinado el balance de pigmentos y conocidas las condiciones por las que dicho balance se alcanza, se podrán establecer aquellas condiciones de procesado que permitan un mantenimiento o un rendimiento positivo del contenido carotenoide.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Materia prima. Se dispone de muestras de pimiento fresco y deshidratado procedentes de 6 fin-

cas, 3 de cultivar *Jaranda* y 3 de cultivar *Jariza*, lo que permite abarcar una amplia variabilidad de condiciones (tipo de suelo, climatología, momento de recolección, etc). En cada finca se realiza la recolección y deshidratación de los frutos por lo que las condiciones del proceso (temperatura y tiempo de secado) son muy variables y propias del estilo artesanal de cada agricultor. El control de la temperatura de secado se efectúa mediante una sonda térmica (Dataloggers Tinytalk II mod 9904-0020) introducida en el centro de la masa de pimientos, con registros del valor de la temperatura cada 30 minutos desde el inicio hasta el final del proceso. La sonda permite almacenar digitalmente los valores de temperatura que son posteriormente visualizados con su propio programa de gestión de datos.

Extracción y saponificación de pigmentos. De cada muestra se analizan 6 replicados, partiendo de 10 g si se trata de fruto fresco y 1,5 g en el caso de fruto deshidratado, que proceden de 10 y 2 kg de materia prima respectivamente. Para el análisis de la muestra seca es conveniente su rehidratación para facilitar la extracción de pigmentos. Ésta se lleva a cabo con acetona, con ayuda de un homogeneizador (Polytron Ultraturax T-20) y posterior filtración a vacío, hasta que los filtrados se obtiene sin color. La solución con los pigmentos se transfiere a éter etílico (150 ml), lavando sucesivamente con agua destilada y solución acuosa de sulfato sódico al 2% (p/v) hasta eliminar los restos de acetona. El extracto de pigmentos se saponifica con KOH en metanol al 20% (p/v) para desesterificar a los carotenoides. Se agita periódicamente durante una hora y, transcurrido el tiempo de reacción, se añade agua destilada para separar fases. La fase acuosa se descarta y la etérea se lava hasta neutralizar con agua destilada y finalmente con disolución de Na_2SO_4 al 2% (p/v), filtrando por último sobre un lecho de Na_2SO_4 anhidro sólido. La solución con los pigmentos se evapora hasta sequedad y se recoge en volumen adecuado con acetona, almacenando la muestra a -20°C hasta su cuantificación (Minguez-Mosquera y Pérez-Gálvez, 1998).

Separación y cuantificación de pigmentos. La composición carotenoide cualitativa de ambas variedades es la propia del género *capsicum* y consta de siete pigmentos más los isómeros de tres de ellos, determinando su concentración en la muestra a analizar según la metodología descrita por Minguez-Mosquera y Hornero-Méndez (1993). El total de dicha composición pigmentaria se puede dividir en dos fracciones isocrómicas, la roja (R) que consta de capsorrubeno y capsanteno (incluyendo sus isómeros y epóxido 5,6) y la amarilla (Am) formada por violaxanteno, cucurbitaxanteno A, zeaxanteno (e isómeros), β -criptoxanteno y β -caroteno (e isómeros). En la Figura 1 se expone la estructura de cada pigmento que forma parte del perfil carotenoide del

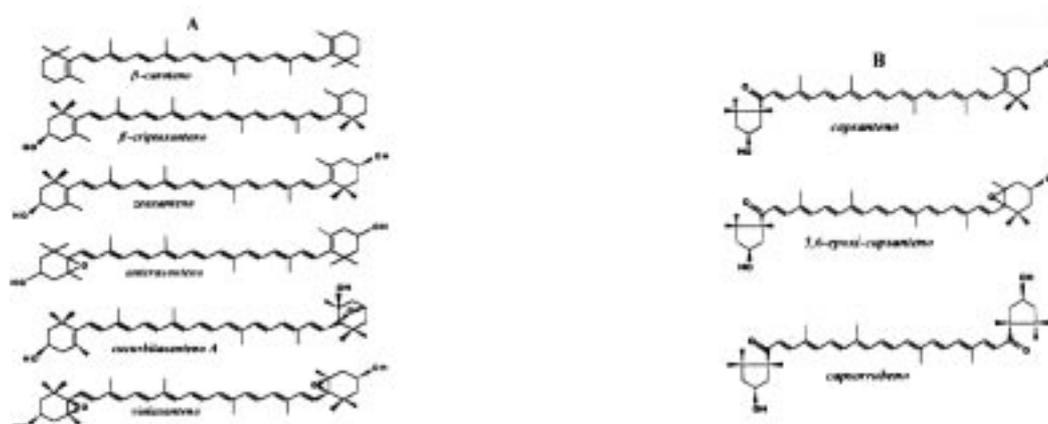


Figura 1
Estructura de los principales pigmentos carotenoides del pimiento rojo (*Capsicum annum* L.) distinguiendo fracción amarilla (A) y fracción roja (B).

pimiento. La fracción amarilla presenta dos pigmentos (β -criptoxanteno y β -caroteno) precursores de la vitamina A (Simpson, 1983) lo que proporciona un valor nutritivo al producto final (pimentón) y que se añade a la capacidad colorante de éste.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Balace de la concentración carotenoides en función de la humedad de los frutos. En la Tabla I se muestra, para cada variedad y en cada secadero, los resultados de concentración carotenoides agrupada

por fracciones roja, amarilla y total de pigmentos antes y después del procesado así como el porcentaje de pérdida o ganancia de pigmentos en cada caso. Se indica la humedad de los frutos antes de su entrada en los correspondientes secaderos y las condiciones de temperatura y tiempo de deshidratación. En líneas generales desciende el contenido carotenoides de los frutos tras el secado, excepto en aquellos casos en los que la humedad inicial de los frutos era alta (superior al 85%) y las condiciones del tratamiento fueron suaves (temperatura media del proceso 40 °C).

Tabla I
Efecto de la operación de secado en la concentración carotenoides inicial (fracciones roja, amarilla y total, valor medio en mg/kg, n=6) del fruto fresco, cultivar *Jaranda* y *Jariza*.

Fracción	Frutos de humedad alta			Frutos de humedad intermedia			Frutos de humedad baja		
	FF ^a	FS ^b	% ^c	FF	FS	%	FF	FS	%
Variedad Jaranda									
Roja	3183	3536	+11,1	3434	3208	- 6,6	4226	3350	-20,7
Amarilla	2712	2409	-11,2	2849	2165	-24,0	3656	2211	-39,5
Total	5895	5945	+ 0,9	6283	5373	-14,5	7882	5561	-29,4
Provitamina A x 10 ³	1393	1112	-19,9	1235	1038	-15,9	1417	1054	-25,6
C. P. ^d									
T media del proceso (°C)		40,0			44,0			42,0	
humedad		86,0			84,4			80,0	
tiempo (h)		268			201			329	
Variedad Jariza									
Roja	3563	3616	+1,5	3177	2960	- 6,8	4507	3525	-21,8
Amarilla	2581	2442	-5,4	2624	2029	-22,7	3042	1971	-35,2
Total	6144	6058	-1,4	5801	4990	-14,0	7548	5496	-27,2
Provitamina A x 10 ³	1172	1236	+5,5	978	920	-6,0	1054	899	-14,7
C. P. ^d									
T media del proceso (°C)		40,4			48,8			44,4	
humedad		86,7			84,0			82,5	
tiempo (h)		249			213			197	

^a FF= Fruto Fresco (en base seca). ^b FS= Fruto Seco. ^c Porcentaje de aumento o descenso de la concentración carotenoides respecto al fruto fresco. ^d C. P.= Condiciones de Procesado.

Este fue el caso de los secaderos, en los que los frutos entraron con valores de humedad similares y altos (86,0 y 86,7%), y fueron deshidratados a una temperatura media de 40,0 y 40,4 °C. En el resto de secaderos se produjeron menos condiciones favorables para la ganancia carotenoide (tanto por la humedad inicial de los frutos como por los parámetros de procesado).

En relación con las distintas fracciones consideradas, en todos los casos la amarilla presenta descensos mucho más acusados que los que se producen en la fracción roja. Este hecho podría ser explicado por dos razones fundamentales. Una de ellas la posibilidad de transformación carotenoide en el sentido de carotenoides menos oxidados (como son β -caroteno, β -criptoxanteno y zeaxanteno, pertenecientes a la fracción amarilla) a los que poseen mayor presencia de oxígeno capsanteno y capsorrubeno, que conforman la fracción roja (Mínguez-Mosquera y Hornero-Méndez, 1993). La otra razón es que los carotenoides amarillos, al estar esterificados preferentemente con ácidos grasos insaturados, presentan una mayor inestabilidad frente a agentes oxidantes y condiciones degradativas (Daood y Biacs, 1986; Gross, 1991).

Ambos efectos inciden en una ganancia relativa de pigmentos rojos (a expensas de los amarillos) en el primer caso y una menor pérdida de rojos, por el calor, en el segundo caso. Una tercera opción, no considerada, es la síntesis de pigmentos amarillos a partir de los precursores. Ésta es la primera etapa en el curso de la carotenogénesis y la única que se mantiene cuando los frutos se recolectan tardíamente. Sin embargo, debido a que una de las características agronómicas de estas variedades es su maduración agrupada, unido a que el fruto ya no está ligado a la planta, esta etapa no tendrá una importancia significativa. En todo caso, por los datos obtenidos, no consigue ponerse de manifiesto.

Los frutos del cultivar *Jaranda*, de humedad alta, presentan modificaciones del contenido carotenoide muy llamativas, experimentando una ganancia carotenoide en rojos del 11,1% y una pérdida de amarillos del 11,2 %. Es, posiblemente, donde de una manera más clara se ponen de manifiesto las dos actividades antagonistas, comentadas anteriormente. Condiciones favorables a esta evolución son las dadas por una humedad media - alta de los frutos y un secado suave y uniforme durante todo el proceso.

En frutos que tengan una humedad baja o muy baja, menor que un 83%, (maduros o sobremaduros), las posibilidades de actividad sintetizadora son reducidas o nulas y en el conjunto de los dos procesos mencionados anteriormente se tendrá un balance con tendencia a una pérdida pigmentaria mayor. Un ejemplo de este caso se tiene en la muestra *Jaranda* con bajo contenido de humedad (inferior al 83,0 %) y un tiempo de secado excesivo, de casi 14

días, que rinde en pérdidas cercanas al 30,0 % en pigmentos totales.

Por lo reseñado hasta ahora se aprecia que existe un alto grado de coincidencia en que los frutos con alto contenido en humedad (mayor de 86%), mantengan, o incluso aumenten, la presencia total carotenoide, en tanto que a medida que dicha humedad disminuye las pérdidas se hacen más patentes. Todo ello siempre que las condiciones del procesado sean las de una buena práctica artesanal y además efectuadas en condiciones comparables. Al tratarse de productos naturales, con procesos biosintéticos o degradativos muy complejos, sometidos a procesados con parámetros de valores diversos, los resultados obtenidos deben ser tomados a título orientativo o como tendencias.

Influencia de las condiciones de procesado en el contenido carotenoide. La temperatura siempre va a tener una influencia fundamental en todo el proceso y de su valor va a depender, en gran medida, que la deshidratación se lleve a cabo de forma ordenada y que los distintos mecanismos biológicos se vayan extinguiendo paulatinamente sin fuertes contrastes. Si las temperaturas son demasiado elevadas se propiciarán alteraciones degradativas, sin opción a las biosintéticas o de transformación.

En este sentido, no se producen temperaturas muy elevadas, pero seguramente tampoco lo suficientemente bajas para generar una ganancia clara de pigmentos, sobre todo en las muestras de contenido medio en humedad. En la Figura 2 se muestran las curvas de evolución de la temperatura media a lo largo del proceso de deshidratación de cada secadero representando en un mismo gráfico procesados de frutos de ambas variedades con similar contenido en humedad, obteniéndose tres grupos: frutos de humedad alta, (igual o superior al 86%, Figura 2A) intermedia, (valores entre 83% y 85%, Figura 2B) y baja (humedad inferior al 83%, Figura 2C). Contrastando las gráficas temperatura-tiempo de secado se pueden visualizar mejor los diferentes efectos de las pérdidas/ganancias de pigmentos ocurridas así como la evolución de la temperatura en el tiempo.

En la Figura 2B se muestra la evolución seguida por los frutos de *Jaranda* y *Jariza* con valores de humedad medios (84,4 y 84,0 %), plenamente maduros, con posibilidades biosintéticas limitadas. Las curvas de evolución de la temperatura media son también muy semejantes (diferencias máximas de 5 grados). Un periodo a tener muy en cuenta es el de las 80 horas en que la temperatura se sitúa por encima de los 50 grados (no muy adecuada para la actividad biosintética). Los tiempos de secado, asimismo, son muy parecidos.

El resultado de todas estas similitudes es que el porcentaje de retención final es del mismo orden, con pérdidas totales moderadas del 14,5 y 14,0 %.

Este paralelismo se produce también considerando las caídas de pigmentos rojos y de los amarillos. Presumiblemente el incremento de temperatura entre las 120-200 horas ha debido marcar negativamente el producto final.

Otro comportamiento, diferenciado de los anteriores por mantenimiento de la carga pigmentaria, es el que se presenta en la Figura 2A. Ambas muestras poseen un alto contenido de humedad (86,0 y 86,7 %) con evolución alternante de la temperatura y sólo al final se destaca al alza en la variedad *Jariza*. En ambos casos la retención es muy alta, con ganancia de 0,9 % en la variedad *Jaranda* y pérdida de 1,4 % en la variedad *Jariza*. Sin embargo, considerando fracciones, el comportamiento es algo diferenciado ya que en *Jaranda* la ganancia de rojos es notable, así como la caída de amarillos sin embargo en *Jariza*, aunque se tiene igual comportamiento total los valores individuales son más estrechos (Tabla I). El efecto total es de compensación entre la ganancia de rojos y la pérdida de amarillos, es decir, se mantiene la presencia de pigmentos, prácticamente en los mismos niveles iniciales.

En la Figura 2C se representa el secado de los frutos con el menor contenido en humedad de los analizados (80,0 y 82,5 %) es decir los más maduros (Minguez-Mosquera et al, 2000). Según se observa se presentan pérdidas importantes de pigmentación, de 27,2 y 29,4 % (muy similares), que están en consonancia con la situación de sobremadurez que poseen los frutos, ya que desde el principio van a tener un comportamiento tendente a continuar con el estado de deterioro emprendido, y consiguiente pérdida carotenoide. Al estar considerando un material con humedad relativa baja hace falta menos tiempo para conseguir la deshidratación, con lo cual podemos considerar que las 200 horas de tiempo de residencia en el secadero *Jariza* han sido más que suficientes para alcanzar el estado adecuado para la molienda. Los frutos de *Jaranda*, en un estado comparable, aunque han permanecido unas 150 horas más en secadero, probablemente desde el principio de este tiempo añadido ya estarían secos, con lo cual serán menos lábiles a la degradación térmica. De hecho las pérdidas son del mismo orden que en *Jariza*.

Es decir, estos descensos, acusados en ambas muestras, podrían ser motivados por tres causas principales. En primer término y el más importante la baja humedad, ya mencionada, que limitará de entrada las posibilidades biosintéticas de pigmentos. En segundo lugar, y para *Jaranda*, el tiempo de secado ha sido demasiado prolongado. Finalmente, para *Jariza*, aunque su permanencia en secadero ha sido mucho más corta que para *Jaranda*, la temperatura media, durante más de 100 horas del periodo de secado, ha sido claramente más elevada. Por tanto, la conjunción de estos factores es la que ha dado lugar a un efecto semejante global.

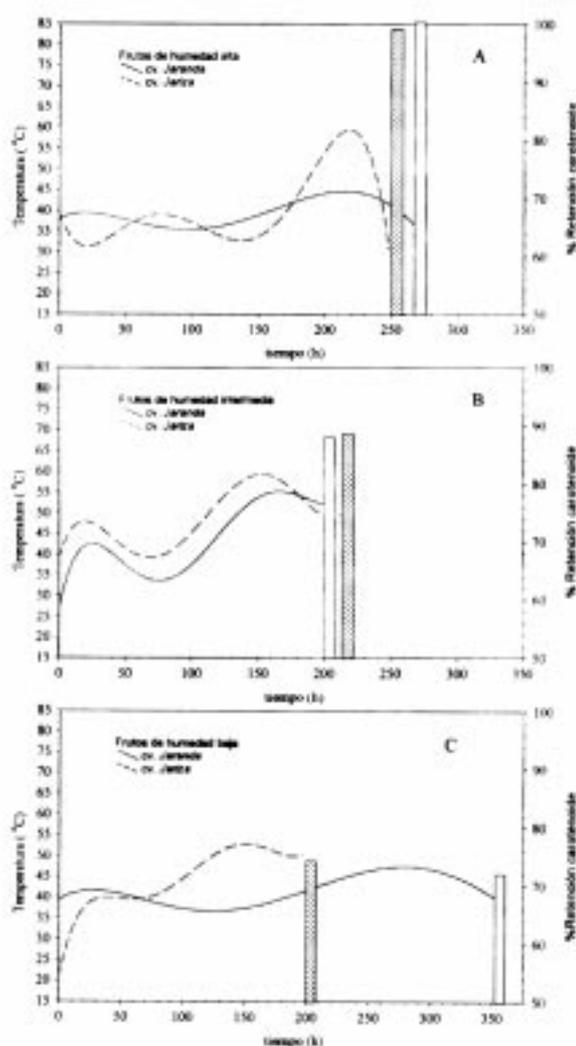


Figura 2

Evolución de la temperatura media de secado durante el proceso de deshidratación en las fincas controladas. Porcentaje de retención final carotenoide en cada finca, variedad *Jaranda* (□) y variedad *Jariza* (▨).

El secado que se realiza en la comarca de La Vera, en general suave y poco agresivo, constituye algo más que un mero proceso de deshidratación del fruto del pimiento. La combustión de leña aporta, además de una serie de cualidades aromáticas, un ambiente protector a los pigmentos, haciendo que las reacciones degradativas se den con menor facilidad. La humedad con la que el fruto se recolecta va a condicionar, en primer término, la posibilidad, de que continúe el proceso biosintético y el consiguiente acumulo carotenoide.

Modificación del contenido en provitamina A. En relación al contenido de provitamina A (β -caroteno y β -criptoxanteno), se producen descensos generali-

zados, (que alcanzan hasta un 25% en los frutos de menor contenido de humedad cv. *Jaranda*), excepto los frutos de alto contenido en humedad de la variedad *Jariza* en la que tiene lugar una ganancia del 5% sobre el valor inicial (Tabla I). Es, por tanto, un aspecto de importancia, cuya evolución durante el procesado también se debe controlar, junto al color, puesto que repercute en el valor nutritivo del pimiento y del pimentón. Aunque la cotización económica del producto final (pimentón) se realiza en base a su capacidad colorante de la que son responsables los carotenoides la capacidad provitaminica de algunos de ellos debería constituir un elemento más para determinar el verdadero valor comercial del pimentón.

4. CONCLUSIONES

1.^a Los frutos con humedad elevada (superior al 86%) presentan una capacidad suficiente para mantener o incrementar su contenido carotenoide durante el proceso de secado.

2.^a Aquellos frutos con humedad media baja (inferior al 84%) no necesitan un tiempo de secado muy prolongado y dadas las limitaciones de incremento carotenoide en estos frutos, aquel se debe corresponder con el mínimo hasta alcanzar la deshidratación ya que desde el inicio del procesado se producen reacciones degradativas que originan pérdida en la concentración de pigmentos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la CICYT por la financiación del presente estudio (Proyecto PTR95-0100).

BIBLIOGRAFÍA

Biacs, P. A., Czinkotai, B. y Hoschke A. (1992) Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 363-367.
 Daood, H. y Biacs, P. A. (1986) Evidence for the presence of lipoxygenase and hydroperoxide-decomposing enzyme in red pepper seeds. *Acta Aliment.*, **15**, 307-318.

Gross, J. (1991) En "Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids". Ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
 Kamal-Eldin, A. y Appelqvist, L. (1996) The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, **31**, 671-701.
 Larson, R. A. (1988) The antioxidants of higher plants. *Phytochem.*, **27**, 969-978.
 Mínguez-Mosquera, M. I. y Hornero-Méndez, D. (1993) Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum* L.), paprika, and oleoresin by reversed-phase HPLC. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1616-1620.
 Mínguez-Mosquera M. I. y Hornero-Méndez, D. (1994) Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum*) of the Bola and Agridulce varieties. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1555-1560.
 Mínguez-Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M. y Garrido-Fernández, J. (1993) Lipoxygenase activity during pepper ripening and processing of paprika. *Phytochem.*, **32**, 1103-1108.
 Mínguez-Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M. y Garrido-Fernández, J. (1994a) Influence of the industrial drying processes of pepper fruits (*Capsicum annuum* cv. *Bola*) for paprika on the carotenoid content. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1190-1193.
 Mínguez-Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M. y Garrido-Fernández, J. (1994b) Carotenoid metabolism during the slow drying of pepper fruits of the Agridulce variety. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 2260-2264.
 Mínguez-Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M., Garrido-Fernández, J. y Hornero-Méndez, D. (1996). En "Carotenoides en el pimentón. Factores responsables de su degradación". Ed. Mínguez-Mosquera, M. I., Jarén-Galán, M., Garrido-Fernández, J. y Hornero-Méndez, D. CSIC, Madrid.
 Mínguez-Mosquera, M. I. y Pérez-Gálvez, A. (1998) Study of Lability and Kinetics of the Main Carotenoid Pigments of Red Pepper in the De-Esterification Reaction. *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 566-569.
 Mínguez-Mosquera, M. I., Pérez-Gálvez, A. y Garrido-Fernández, J. (2000) Carotenoid content of the varieties *Jaranda* and *Jariza* (*Capsicum annuum* L.) and response during the industrial slow drying and grinding steps in paprika processing. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 2972-2976.
 Simpson, K. L. (1983) Relative value of carotenoids as precursors of vitamin A. *Proc. Nutr. Soc.*, **42**, 7-17.

Recibido: Diciembre 2000
 Aceptado: Marzo 2001