

INVESTIGACIÓN

Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante II. Peligros y puntos de control crítico y requerimientos comerciales

Por **J. Pablo Fernández-Trujillo**

Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).
Departamento de Ingeniería de Alimentos y Equipamiento Agrícola.
Paseo Alfonso XIII, 48. ETSIA e Inst. Biotecnología Vegetal.
30203 Cartagena, Murcia, España.
E-mail: j68es@terra.es ó juanp.fdez@upct.es

RESUMEN

Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante II. Peligros y puntos de control crítico y requerimientos comerciales.

Se revisan los principales peligros y puntos de control crítico del proceso de extracción convencional por disolventes de la oleorresina de pimentón, un producto con potencial para ser producido en África e Iberoamérica. Entre estos puntos se incluyen entre otros el riesgo toxicológico, de incendio y explosión de los disolventes o su descomposición, la formación de finos, la temperatura de desolventización de la mezcla, o el riesgo de oxidaciones, isomerizaciones y concentración de contaminantes en la oleorresina. Los condicionantes técnicos derivados de la legislación americana y europea son también discutidos, así como los condicionantes técnicos y características comerciales y de la demanda del producto en la actualidad.

PALABRAS-CLAVE: APPCC – Color – Hexano – Isomerización de carotenoides – Pimentón – Procesado de alimentos.

SUMMARY

Extraction of sweet and hot pepper and paprika oleoresin II. Hazards and critical control points and commercial requirements.

This paper reviews the hazards analysis and critical control points (HACCP) for the conventional extraction of paprika oleoresin, a product with potential to be produced in Africa and South America. These points include the toxicological, fire and explosion risks of the solvents, the temperature for miscella stripping, the risk of oxidations, isomerization and contaminant concentration in the oleoresin. Legal regulations in US and EU are also discussed, as well as some technical requirements and commercial and demand characteristics of the oleoresin.

KEY-WORDS: Carotenoid isomerization – Color – Food processing – HACCP – Paprika, hexane.

1. INTRODUCCIÓN

La oleorresina de pimentón (ORP), o extracto procedente de pimentón o pimiento deshidratado, se extrae habitualmente con hexano y en mucha menor medida con otros disolventes autorizados como etil acetato, etanol, diclorometano, etc. (EU Commission, 1996; FAO, 2002; FDA, 2006; RD 2107/1996). Dadas las elevadas exigencias de calidad y seguridad alimentaria, es preciso realizar un análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC) de este proceso.

El uso de ORPs supone un producto más estándar y uniforme en atributos de calidad como color, sabor, aroma, estabilidad, resistencia a alteraciones microbiológicas, y propiedades organolépticas en general. Por ello es más versátil en las formulaciones y con ella se obtienen dispersiones más homogéneas que con el pimentón. Las ORPs tienen características de sabor más semejantes a la especia seca natural que el aceite esencial, y se pueden añadir al pimentón al final de su elaboración (Biacs et al., 1992). La ORP también supone una reducción de costes respecto al producto en polvo o triturado, al ocupar menor volumen. Ello supone más facilidad de almacenamiento y menores costes al productor, transportista o cliente final. Adicionalmente, este producto permite la dosificación al ser utilizado como colorante (Navarro y Costa, 1993).

2. POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE OLEORESINA DE PIMENTÓN EN ÁFRICA E IBEROAMÉRICA

La ORP tiene un uso potencial para diversificar las producciones y aumentar su valor añadido en Iberoamérica, tanto mediante extracción conven-

cional como mediante fluidos supercríticos (Fernández-Trujillo, 2007, 2008). Ha recibido atención no sólo en Méjico como principal productor, sino también en el noroeste de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia y Cuba (Arjona et al., 2003; Borges et al., 2001; Cardona et al., 2006; Del Valle y Aguilera, 1999; López-Meneses y Hillbur, 2002; Melgarejo et al., 2004). Alejados de este esfuerzo investigador, pero no del productor, parecen estar Ecuador y Perú (Astete, 2006), así como los países africanos, centrados en producir cáscara seca para exportación. Además, el gran esfuerzo de Brasil se concentra en otras especies (Rosa y Meireles, 2005). Algunas producciones como el rocoto o locoto (procedente de *C. pubescens* Ruiz y Pavón), o el ají amarillo (procedente de *C. baccatum* L.), son utilizadas en Bolivia o Perú como especias (López-Meneses y Hillbur, 2002), y la extracción de sus componentes prácticamente no se ha estudiado.

El ají es una especie priorizada en la región amazónica, debido a su alta productividad, precocidad y la potencialidad para su manejo como producto fresco o procesado, pudiendo asegurar ORP de alta calidad. En Colombia se han generado las bases para el aprovechamiento productivo en fresco y transformado del ají nativo (accesiones de *C. annum* L., *C. baccatum* L., *C. frutescens* L. y *C. chinense* Jacq.), y la consolidación de la cadena agro productiva (Barrera et al., 2005; Jaramillo et al., 2003; Melgarejo et al., 2004). Estos productos alimenticios estandarizados constituyen una buena alternativa para la región del Amazonas en conjunto así como de países africanos (Ghana, Malawi, Mozambique, Nigeria, Sudáfrica, Tanzania, Zambia, Zimbabwe, etc.).

Este trabajo trata de poner en valor parte de la literatura científica para este fin práctico y complementa a otros anteriores sobre la producción de pimentón y de oleoresina (Fernández-Trujillo, 2007; Fernández-Trujillo y Escarabajal, 2006). Además resume algunos de los condicionantes técnicos básicos en el la identificación de peligros y de puntos críticos de control (PCC), ambos pasos iniciales en la implantación del APPCC obligatorio por la legislación europea y americana (ASTA, 2000; Reglamento CE 852/2004).

3. CONDICIONANTES TÉCNICOS

Los condicionantes técnicos de diseño básicos para optimizar la extracción sólido/líquido de la ORP y un menor impacto ambiental serían una adecuada reducción de tamaño y empaquetado del pimentón, el tiempo de maceración y etapas en contracorriente, una adecuada concentración de la miscela y el agotamiento del disolvente residual, desolventización de la harina o subproducto, la recuperación de disolvente, y el tratamiento de residuos y subproductos. También sería deseable una concepción integral en el diseño higiénico del proceso y sus equipos para obtener ORP de alta cali-

dad, lo cual pasa inequívocamente porque la materia prima cumpla también estos requisitos (Fernández-Trujillo y Escarabajal, 2006).

3.1. Principales peligros y puntos de control críticos del proceso y el producto

Los principales detalles de peligros (biológicos, físicos y químicos) y puntos críticos pueden consultarse en el manual de ASTA (2000), así como en anteriores trabajos sobre el pimentón acerca del control de trazabilidad y registros de la correcta aplicación del APPCC (Álvarez et al., 2003; Fernández-Trujillo y Escarabajal, 2006).

El proceso en sí y el producto tienen los peligros y puntos de control crítico mencionados a continuación. No se mencionan en profundidad en este trabajo las cuestiones de impacto ambiental de emisiones de disolventes o su manipulación, o de los subproductos. Tampoco se abordan aquí aquellas cuestiones, críticas en países en vías de desarrollo, derivadas de la implantación de la instalación industrial, sus aspectos económicos, o el impacto directo o indirecto de las materias primas que consume (agua, suelo, o energía, por ejemplo). Ello requeriría un análisis del ciclo de vida de la ORP y una evaluación estratégica de impacto ambiental considerando la instalación y las áreas de producción de la materia prima.

3.1.1. Peligros y puntos críticos o de especial interés productivo en el proceso

- Orientación en el corte del pimiento seco. En el caso de realizar extracción a partir de pimiento troceado seco, el flujo de extracto cuando se ha utilizado etanol como disolvente es mayor al cortar los pimientos secos transversalmente a las fibras del fruto, y es menos activo en la superficie externa del fruto (Boyadzhiev et al., 1999).
- Riesgo de incendio o explosión según el tipo de disolvente utilizado y las condiciones de extracción. Este riesgo condiciona todo el proceso, la instalación y la gestión del personal (ASTA, 2000; Munns et al., 2002), así como su limpieza y el diseño del equipo.
- Riesgos toxicológicos inherentes al uso de disolventes. La EPA (2006) ha resumido los efectos toxicológicos del n-hexano.
- Formación de finos. Se produce en la extracción del peletizado de pimentón especialmente con una agitación excesiva, y por ello es muy importante el rendimiento y diseño de la filtración de la miscela (Navarro y Costa, 1993).
- Hidrólisis del hexano. Este disolvente en contacto con la materia a extraer se descompone en un porcentaje pequeño en ácido clorhídrico y agua durante la destilación y desolventización del residuo (Navarro y Costa, 1993).
- Temperatura de desolventización de la miscela. Un tiempo excesivamente largo de esta opera-

ción o temperaturas altas pueden perjudicar seriamente la calidad de la ORP. La elevada temperatura produce cambios cualitativos y cuantitativos sobre el perfil de carotenoides (Jarén-Galán y Mínguez-Mosquera, 1999). Un cambio típico es una isomerización *trans*→*cis* de los carotenoides, cambiando por tanto su valor nutritivo medido como equivalentes de retinol (Pérez-Gálvez et al., 2000 y 2005). Sin embargo, una desolventización de hasta 20 h a 120°C no perjudica el valor nutritivo de la ORP (Pérez-Gálvez et al., 2005).

- Secado de ORP. Las pérdidas por secado a 135°C deben ser inferiores al 0,05%.
- Formación de espuma. Ha de regularse mediante el control de la velocidad de agitación en el proceso de extracción de la ORP.

3.1.2. Peligros y puntos críticos derivados del proceso sobre la composición de la ORP

- La humedad de la ORP (habitualmente < 1%) y los sedimentos o finos (< 5% v/v) deben también evaluarse (EVESA, 2006).
- Presencia de semillas y concentración de carotenoides. La degradación de pigmentos rojos aumenta con la presencia de semillas o con concentraciones altas de carotenoides cuando se extrae a partir de pimiento seco troceado con etanol, especialmente en presencia de luz (Boyardzhiev et al., 1999).
- Intensidad de color y contenido nutricional. En la fase de desolventización de la mezcla y otras a alta temperatura pueden existir reacciones de degradación térmica de β -caroteno y el β -criptoxanteno, y de su intensidad de color (Pérez-Gálvez y Mínguez-Mosquera, 2004). Se han desarrollado estudios cinéticos de degradación de color de ORP a 100, 110 y 120°C que muestran que la relación entre variación de entalpía y variación de entropía permanece constante (Jarén-Galán et al., 1999). Las unidades ASTA de color son un buen parámetro para seleccionar diferentes sistemas de extracción (Borges et al., 1997).
- Isomerización de carotenoides de *trans* a *cis*. Como mencionamos anteriormente, es un proceso dependiente de la temperatura. Aparece tanto en la fase de extracción como en la desolventización en evaporadores, o especialmente al utilizar vapor sin presión reducida (Pérez-Gálvez y Mínguez-Mosquera, 2004; Pérez-Gálvez et al., 2005). Sería deseable determinar la evolución de esta isomerización, teniendo en cuenta también que el método de análisis en el control de este fenómeno puede generar así mismo estos isómeros (Breithaupt, 2004).
- Contenido mínimo en carotenoides totales: Ha de ser superior al 7%, con un mínimo de 30% de capsanteno y capsorrubeno según el

RD 2107/1996. También es posible saber tras un estudio detallado si algunos de estos carotenoides son constitutivos de la ORP o añadidos dependiendo de su grado de esterificación (Breithaupt, 2004).

- Capsaicinoides. El valor de capsaicina para ORP dulce debiera ser inferior a 250 mg·kg⁻¹ ó 0,025% p/p del extracto (RD 2107/1996). La ORP picante debe tener 6-10% de capsaicinoides, según variedad (ejemplo 8% en *C. frutescens*).
- Oxidación de ácidos grasos insaturados, terpenos o carotenoides. Puede evaluarse mediante el índice de peróxido, constituyendo un valor alto un índice de la degradación de los carotenoides de la ORP durante su procesado o conservación (Pérez-Gálvez et al., 2006).
- Concentración de contaminantes liposolubles del pimentón original (aflatoxinas, plaguicidas, etc.) en la ORP. Las tolerancias de pesticidas clorados y fosforados varían según países, pero no son los únicos restos de productos fitosanitarios a tener en cuenta (Torres et al., 2005). Las materias primas importadas de países con autoridades o legislación más laxa han de controlarse especialmente, pero son uno de los principales obstáculos para la exportación de pimiento deshidratado y para producir ORP de estos países, así como para la exportación de ORP producida en los mismos. Una producción integrada o de agricultura ecológica es imprescindible para asociaciones de pequeños productores, aunque el costo de la certificación en cualquier caso podrá ser alto como ya lo es el certificado de pimiento deshidratado (Valdivieso, 1996). Las aflatoxinas, B₁, B₂, G₁ y G₂ pueden proceder del pimentón (Fernández-Trujillo y Escarabajal, 2006).
- Riesgos microbiológicos. Debe de tener un recuento total de microorganismos en placa (*T.P.C.*) inferior a 1000 UFC·g⁻¹. Debe estar exento de *Salmonella* en 25 g, exento de coliformes, y contener menos de 1000 UFC·g⁻¹ de levaduras y hongos (EVESA, 2006). En cualquier caso debe cumplir los requisitos microbiológicos que se exigirían a los alimentos (Reglamento CE 2073/2005).
- Metales pesados. Los residuos de As y Pb deben ser inferiores a 3 y 2 mg·kg⁻¹, respectivamente, según el método FAO (2002). El RD 2107/1996 fija en España un máximo de 40 mg·kg⁻¹ de metales pesados totales expresados en Pb, y contenidos locales en 3 mg·kg⁻¹ As, 10 mg·kg⁻¹ Pb, 1 mg·kg⁻¹ Hg y 1 mg·kg⁻¹ de Cd. La norma europea es la Directiva 1999/75/CE.
- Otras partículas metálicas. Han de eliminarse de la materia prima y del proceso, instalando al menos dos detectores en el equipo o línea en que sea necesario para posibilitar así la limpieza de uno mientras que el otro actúa.

- Floculación de gomas y ceras. En el caso de no producirse una depuración de la miscela (Fernández-Trujillo, 2007), originan una ORP de aspecto turbio y cambios de la densidad y el índice de refracción del producto final, y menor claridad y solubilidad de la ORP para aplicaciones en alimentos (Pérez-Gálvez et al., 2006). Se soluciona con un buen desgomado y eliminando el fango de la ORP.
- Compuestos volátiles. La presencia de sustancias indeseables frente a las típicas de la ORP (Govindarajan, 1986b; Guadayol et al., 1997 a, b) es un índice de deterioro, adulteración o contaminación. Un perfil no esperado de estas sustancias pueden deberse además al exceso de calentamiento, ya que puede originar reacciones de hidrólisis y degradación de carotenoides y lípidos por oxidación, así como reacciones de Maillard (Cremer y Eichner, 2000). De hecho la rápida formación de hexanal y en menor medida 6-metil-5-hepten-2-ona o la β -ionona se han atribuido al calentamiento (Cremer y Eichner, 2000).
- Características sensoriales. Se puede evaluar el aspecto, color y olor de la ORP según la norma ISO-7540 (Borges et al., 1997). Para evaluar unidades Scoville de aerosoles de autodefensa, según el método 21 de ASTA, se requiere un panel de catadores entrenados de al menos 5 miembros. La ORP picante produce una fatiga de los catadores (Zarc Intern., 2006).
- Adulteraciones. No parece ser un riesgo por el momento, ni siquiera para las denominaciones de origen en Europa, que incluyen solamente el pimentón y no la ORP. En muchos lugares la materia prima además procede muy frecuentemente de materia prima importada de países emergentes, que posteriormente se reexporta. El estudio de las nonivamidas puede ser útil para evaluar posibles adulteraciones en ORP picante (Constant y Cordell, 1996).
- Calidad de disolventes y residuos de disolventes. Los disolventes a utilizar admitidos varían según los países y deben de cumplir ciertos requisitos de calidad (Directiva 88/344/EE, 1988; RD 472/1990). En el RD 2107/1996 español estos límites son de 50 mg·kg⁻¹ para todos los disolventes autorizados (acetato de etilo, metanol, etanol, acetona, hexano), menos diclorometano (10 mg residuo·kg⁻¹). Según la legislación (EU Commission, 1996; FAO, 2002) deben de estar más limitados solos o en combinación: 25 mg·kg⁻¹ (hexano) y 30 mg·kg⁻¹ (acetona). Según FAO (2002) el propan-2-ol o alcohol isopropílico también podría utilizarse.
- Riesgos de manipulación y conservación. Debe evitarse contacto con piel u ojos. Deben de desolventizarse la ORP antes de su envasado en contenedores metálicos de recubrimiento epoxi-fenólico. No debe de congelarse la ORP

y debe almacenarse en lugares frescos y sin luz, con lo que durará aproximadamente 1 año (EVESA, 2006). Sería interesante realizar estudios de mejora de su envasado bajo atmósferas inertes o en envasado aséptico.

3.2. Requerimientos de la ORP como aditivo alimentario

A la ORP se le conoce como el aditivo E-160c (sinónimo de extracto de pimentón, capsanteno o capsorrubeno, o extracto de la especia pimentón). En el apartado anterior señalamos algunos de los requisitos que ha de cumplir. En alimentos, según el producto al que se añada, la ORP se considera como extracto de especia aplicada a pepinos, encurtidos, quesos no específicos y pescado, o como aromatizante (caldos o consomes), y no siempre como colorante (FAO/OMS, 2001). Actualmente la ORP está en fase de revisión como colorante por el *Codex Alimentarius*, al no haber sido realizada la misma de forma sistemática y científica, y existir poca información sobre sus efectos toxicológicos (Kanki et al., 2003; Medvedeva et al., 2003). La Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) sigue un proceso de actualización de la legislación europea en materia de aditivos alimentarios, ya que la UE está adherida a la Comisión del *Codex Alimentarius* por la decisión 2003/822/CE. También existe un proyecto de Reglamento de próxima aprobación por el Parlamento Europeo (UE, 2006). El RD 142/2002 (modificado por el RD 257/2004) y el RD 118/2007 fija en España un máximo de 10 g·kg⁻¹ al utilizar en alimentos oleoresinas de especias como aromas (códigos E-432 a E-436), pero no en ORP, que destaca como colorante alimentario. En este sentido, el RD 1118/2007 tampoco especifica un nivel máximo de uso (*Quantum satis*) para el E-160c. El producto obtenido por procesado clásico ha de cumplir los requerimientos de la American Spice Trade Association o ASTA (resumido por Govindarajan, 1986a) y la UE (Directiva 1999/75/CE; EU Commission, 1996; RD 2107/1996;), y está reconocidos como producto seguro o GRAS por la FDA (2006).

3.3. Características comerciales y de la demanda de la ORP

La densidad de la ORP está en torno a 935 a 945 kg·m⁻³, con viscosidad de 200 a 450 cp (EVESA, 2006). Comercialmente se distingue OR *Capsicum* (africana) con olor acre, alta pungencia (3-6% capsaicinoides) y bajo color (1%); OR de pimiento rojo o de chiles o ajíes, con fuerte color rojizo (3%), media o alta pungencia (1-3% capsaicinoides) y olor acre; y OR dulce de alto color (10-15%), dulce y baja pungencia con 0,5 a 1% de capsaicinoides (Govindarajan, 1986a).

El aumento sostenido de la demanda de ORP por ejemplo en E.E.U.U. se justifica por cuestiones de aumento del consumo de comida étnica y de la demanda de pigmentos o colorantes naturales (Gil,

2001). Los principales países importadores de ORP son Estados Unidos y Alemania con más del 50% del mercado, y los principales exportadores son India y España (Gil, 2001; López-Meneses y Hillbur, 2002). Por ejemplo E.E.U.U. importó 122,6 Tm en 1996 y 261,3 Tm en 2000, con un máximo de 262 Tm en 1997, siendo alrededor del 49% procedentes de España y 36% de la India en el año 2000 (Gil, 2001).

En el mercado se pueden encontrar ORP denominadas "paprika oleorresin" de 5 a 180 mil unidades de color, aunque son más habituales tras su dilución las de 40, 80 y 100 mil unidades de color internacionales (1000 a 3000 ASTA). En formato hidrosoluble pueden encontrarse formulaciones de hasta 80000 unidades de color. En el mercado se ofrecen también ORP con diferentes fracciones de aceite volátil de 28, 50 y 27% con otros componentes de sabores naturales incorporados (abreviado WONF ó COSB en castellano).

En Japón se prefiere evaluar la intensidad del color como tinte, o un desplazamiento hacia 470 nm de la meseta que aparece al evaluar el ratio entre la absorbancia del extracto de ORP en acetona a 470 y 455 nm ó ratio entre coloración roja y amarilla (Pérez-Gálvez et al., 2006). A veces se utilizan otras longitudes de onda (450 ó 454, y 465 ó 470 nm).

La ORP se dosifica entre 0,02-0,12% en peso de salsas o aliños o carne procesada, y dosis incluso de 1-2% en algunos recubrimientos de aperitivos o de comida rápida de formato individual, mezclas de especias y productos marinados. Para formular alimentos, la ORP a 10 mg·kg⁻¹ se dispersa en líquidos exentos de agua que contienen aceites comestibles, alcohol benzílico, dextrosa, lecitina, sales, etc.

AGRADECIMIENTOS

A Colciencias (Colombia) por el proyecto sobre ají amazónico 242/2001 en el que el autor participó como colaborador. A Luis Hernández y Venancio Hidalgo (Chr. Hansen) por sus críticas y sugerencias a este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez J A, Candela E, Cascallana F J, Domínguez J C, Estévez M A, García G, Gómez M A, Hernán A, Plaza M, Pulido M V. 2003. Inspección y control sanitario de industrias de pimentón. En: Cartera de servicios de salud pública. Control Alimentario -2-. http://www.sanidaddigital.org/archivos%20pdf/control_alimentario_2.pdf
- American Spice Trade Association -ASTA- (2000). HACCP Guide to spices and seasonings. <http://www.astaspice.org>
- Arjona M, Iriarte A, García V, Amaya S. 2003. Contenido total de carotenoides en pimentón y oleorresina de la variedad *Capsicum annuum* l. Trompa de elefante en *Cong. Reg. Ciencia y Technol. NOA 2003*, 8 p. Ed. Univ. Nac. Catamarca, Argentina. <http://www.editorial.unca.edu.ar/>
- Astete, C. (2006). Exportación de p  prika y sus derivados. Lima (Perú). <http://www.monografias.com/trabajos35/exportacion-paprika/exportacion-paprika.shtm>
- Barrera J, Hernández MS, Melgarejo LM, Fernández-Trujillo JP. 2005. Physiological changes in Amazonic hot pepper during growth, ripening and storage. *Acta Hort.* (ISHS). **682**, 2207-2214.
- Biacs PA, Czinkotai B, Hoschke A. 1992. Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 363-367.
- Borges P, Fernández N, Pino J.A. 1997. Obtenci  n de oleorresina de pimentón dulce. II. Rendimiento y caracterización de la oleorresina. *Alimentaria.* **286**, 61-62.
- Borges P, Mirabal E, Fernández N, Roncal E. 2001. Obtenci  n y caracterización a escala piloto de la oleorresina de pimentón picante. *Alimentaria.* **321**, 51-54.
- Boyadzhiev L, Kancheva D, Guiraud P, Gourdon C. 1999. On carotenoids and capsaicin extraction from red paprika (*Capsicum annuum* L.) fruits. *Hung. J. Ind. Chem.* **27**, 37-41.
- Breithaupt DE. 2004. Simultaneous HPLC determination of carotenoids used as food coloring additives: applicability of accelerated solvent. *Food Chem.* **86**, 449-456.
- Constant HL, Cordell GA. 1996. Nonivamide, a constituent of *Capsicum* oleoresin. *J. Nat. Prod.* **59**, 425-426.
- Cremer D R, Eichner K. 2000. Formation of volatile compounds during heating of spice paprika (*Capsicum annuum*) powder. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 2454-2460.
- Decisión 2003/822/CE. 2003. Decisión del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la adhesión de la Comunidad Europea a la Comisión del Codex Alimentarius. *Diario Oficial L*, **309**, (26.11.2003), 14-21.
- Del Valle JM, Aguilera J.M. 1999. Revisión: Extracción con CO₂ a alta presión. Fundamentos y aplicaciones en la industria de alimentos. *Food Sci. Tech. Intl.* **5**, 1-24.
- Directiva 88/344/CEE del Consejo de 13 de junio de 1988 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los disolventes de extracción utilizados en la fabricación de productos alimenticios y de sus ingredientes. *Diario Oficial L*, **157**, (24.06.1988) 28-33. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31988L0344:ES:HTML>
- Directiva 1999/75/CE de la Comisión, de 22 de julio de 1999, que modifica la Directiva 95/45/CE por la que se establecen criterios específicos de pureza en relación con los colorantes utilizados en los productos alimenticios. *Diario Oficial L*, **206**, (05.08.1999), 19-21.
- EPA (2006). n-Hexane (CASRN 110-54-3). Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/iris/subst/0486.htm> y <http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0486-tr.pdf>. Acceso 15.10.06.
- EVESA. 2006. Paprika oleoresin oil soluble. <http://www.evesa.com/product/paoil.html> Acceso 03.09.2006.
- European Commission. 1996. Reports of the scientific committee for food. En: *Food science and techniques series*, 35-37. Office for Official Publications of the European Countries, Luxemburgo.
- FAO. 2002. Paprika oleoresin. www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-303.pdf. Acceso 16.08.2006.

- FAO/OMS. Comisión del Codex Alimentarius. 2001. Informe de la 33ª reunión del Comité del Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos. *La Haya, Países Bajos. 12-16 de marzo de 2001*. www.codexalimentarius.net/download/report/654/al2911s.pdf
- FDA. 2006. Listing of color additives exempt from certification. Subpart A. Foods. Paprika oleoresin. Code of federal regulation (CFR) 73.345. Title 21, Volume 1. USA. <http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/cfr73345.html>
- Fernández-Trujillo JP. 2007. Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. *Grasas y Aceites*. **58**, 252-263.
- Fernández-Trujillo JP. 2008. Extracción con CO₂ supercrítico de oleorresina y otras fracciones de pimentón dulce y picante. *Grasas y Aceites*. (en prensa).
- Fernández-Trujillo JP, Escarabajal D. 2006. El proceso tradicional de elaboración del pimentón de Murcia y sus posibles innovaciones. *Grasas y Aceites*. **57**, 433-442.
- Gil, M. (2001). Mercado de especias en E.E.U.U. Informe de la embajada de España en Nueva York. Oficina económica y comercial. www.icex.es/servicios/documentacion/documentos-elaborados/icex/pdfs/estudioespecias.pdf
- Govindarajan VS. 1986a. Capsicum - Production, technology, chemistry and quality II: Processed products. Standard. World production and trade. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.* **23**, 207-288.
- Govindarajan VS. 1986b. Capsicum - Production, technology, chemistry and quality III: Chemistry of the color, aroma and pungency stimuli. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.* **24**, 245-358.
- Guadayol JM, Baquero T, Caixach J. 1997a. Aplicación de las técnicas de espacio de cabeza a la extracción de los compuestos orgánicos volátiles de la oleorresina de pimentón. *Grasas y Aceites*. **48**, 1-5.
- Guadayol J M, Caixach J, Ribe J, Cabanas J, Rivera J. 1997b. Extraction, separation and identification of volatile organic compounds from paprika oleoresin (Spanish type). *J. Agric. Food Chem.* **45**, 1868-1872.
- Jaramillo K, Aponte L, Melgarejo L.M, Hernández MS, Barrera J, Fernández-Trujillo JP. 2003. Capsaicinoids content of five hot pepper accessions from a germplasm bank of the Colombian Amazonic region. *HortScience*. **38**, 856.
- Jarén-Galán M, Mínguez-Mosquera MI. 1999. Quantitative and qualitative changes associated with heat treatments in the carotenoid content of paprika oleoresins. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 4379-4383.
- Jarén-Galán M, Pérez-Gálvez A, Mínguez-Mosquera MI. 1999. Prediction of decoloration in paprika oleoresins. Application to studies of stability in thermodynamically compensated systems. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 945-951.
- Kanki K, Nishikawa A, Furukawa F, Kitamura F, Kitamura Y, Imazawa T, Umemura T, Hirose M. 2003. A 13-week subchronic toxicity study of paprika color in F344 rats. *Food Chem. Toxicol.* **41**, 1337-1343.
- López Meneses VH, Hillbur P. (supervisor). 2002. Could locoto be an alternative product to substitute coca growing? A case study of Chapare-Cochabamba-Bolivia. Master's Thesis. Univ. Lund, Suecia. www.lumes.lu.se/database/alumni/01.02/theses/lopez_hugo.pdf
- Medvedeva NV, Andreenkov VA, Morozkin AD, Sergeeva EA, Prokof'ev YI, Misharin AY. 2003. Inhibition of oxidation of human low-density lipoproteins by carotenoids from paprika (*Capsicum annuum*). *Voprosy Meditsinskoj Khimii*. **49** (2), 191-200.
- Melgarejo LM, Hernández MS, Barrera JA, Bardales X. (Eds.) 2004. Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico. Ed. Inst. Amazon Inv. Cient.-Sinchi y Univ. Nac. Colombia, Bogotá, Colombia. www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ad419s/ad419s00.pdf
- Munns PA, Luong Y, Rew PJ. 2002. Fire risk assessment for workplaces containing flammable substances. HSE Res. Rep. 040. Epsom (Surrey, UK). <http://www.hse.gov.uk/RESEARCH/rrpdf/rr040.pdf>
- Navarro F, Costa J. 1993. La oleorresina de pimentón. Ed. Univ. Murcia, Murcia, España.
- Pérez-Gálvez A, Garrido-Fernández J, Mínguez-Mosquera MI, Lozano-Ruiz M, Montero-de-Espinosa V. 1999. Fatty acid composition of two new pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) Jaranda and Jariza. Effect of drying process and nutritional aspects. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **76**, 205-208.
- Pérez-Gálvez A, Jarén-Galán M, Mínguez-Mosquera MI. 2000. Effect of high-temperature degradative processes on ketocarotenoids present in paprika oleoresins. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 2966-2971.
- Pérez-Gálvez A, Jarén-Galán M, Mínguez-Mosquera MI. 2005. Impact of the increased thermal processing on retinol equivalent values of paprika oleoresin. *J. Food Engin.* **71**, 379-385.
- Pérez-Gálvez A, Jarén-Galán M, Mínguez-Mosquera I. 2006. Processing of red pepper fruits (*Capsicum annuum* L.) for production of paprika and paprika oleoresin en Hui, Y.H., Barta, J., Cano, M.P., Gusek, T.W., Sidhu, J. y Sinha, N. (Eds.) *Handbook of fruits and fruit processing* **30**, 565-579. Blackwell Pub., Oxford, UK.
- Pérez-Gálvez A, Mínguez-Mosquera MI. 2004. Degradation, under non-oxygen-mediated autooxidation, of carotenoid profile present in paprika oleoresins with lipid substrates of different fatty acid composition. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 632-637.
- RD 472/1990, de 6 de Abril, por el que se regulan los disolventes de extracción en la elaboración de productos alimenticios y sus ingredientes. *BOE*, **88**, (12.04.1990), 10163-10164.
- RD 2107/1996 de 20 de septiembre, por el que se establecen las normas de identidad y pureza de los colorantes utilizados en los productos alimenticios. Ministerio de Sanidad y Consumo (España). *BOE*, **250**, (16.10.1996), 30923-30941.
- RD 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *BOE*, **44**, (20.02.2002), 6756-6799.
- RD 257/2004, de 13 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *BOE*, **39**, (14.02.2004), 6889-6890.
- RD 1118/2007, de 24 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *BOE*, **221**, (14.09.2007), 37533-37544.

- Reglamento (CE) n° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. *Diario Oficial L*, **139**, (30.4.2004), 1-54.
- Reglamento (CE) n° 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. *Diario Oficial L*, **338**, (22.12.2005), 1-26.
- Rosa PTV, Meireles MAA. 2005. Supercritical technology in Brazil: system investigated (1994-2003). *J. Supercrit. Fluids*. b **34**, 109-117.
- Torres MM, García AB, Aparicio V, Manzanares C, Aliaga A, García MM, Rodríguez MP. 2005. Control biológico y productos fitosanitarios de uso en tomate y pimiento. *Vida rural*. **208**, 28-30.
- UE (2006). Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre aditivos alimentarios. COM (2006) 428 final. 2006/0145 (COD). Bruselas, 28.7.2006.
- Valdivieso C. 1996. La exportación orgánica: Una alternativa para pequeños productores. *Revista Agroecología y Desarrollo (Perú)*, **10** (Nov). <http://www.cied-peru.org/bae/b54a.htm>
- Zarc Intern. (2006). Información técnica de oleorresina de pimiento. http://www.zarc.com/espanol/cap-stun/tech_info/oc_index.html Acceso 30.08.2006

Recibido: 17/10/06
Aceptado: 03/04/07