



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**Estudio de la Oleorresina de Páprika (*Capsicum annum*) como
Colorante natural y Condimento en la Industria Alimentaria**

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINÚA.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

Verónica Baltazar Medina



MÉXICO, D.F.

AÑO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. en C. Lucía Cornejo Barrera

VOCAL: Q.F.B. María de Lourdes Gómez Ríos

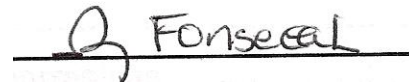
SECRETARIO: Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios

1er. SUPLENTE: I.B. Miguel Ángel Zavala Arellano

2do. SUPLENTE: I.Q. Jorge Rafael Martínez Peniche

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA: RODOLFO FONSECA LARIOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R Fonseca Larios', is written over a horizontal line.

SUSTENTANTE: VERÓNICA BALTAZAR MEDINA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Verónica Baltazar Medina', is written over a horizontal line.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	2
3. OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
4. COLORANTES.....	3
4.1 Definición.....	4
4.2 Clasificación.....	5
4.3 Colorantes Naturales.....	8
5. CAROTENOIDES.....	9
5.1 Estructura, Nomenclatura y Factores que afectan su Estabilidad	11
5.2 Los Carotenoides en la dieta mediterránea.....	14
5.3 Función y Actividad Biológica	14
5.4 Absorción y Acumulación	15
5.5 Actividades Antioxidantes	15
6. GÉNERO CAPSICUM	16
6.1 Oleorresinas	17
6.1.1 Procesos de Extracción de Oleorresinas.....	18
6.2 Oleorresinas de Capsicum	19
6.2.1 Aplicaciones.....	20
7. EL PIMENTÓN (<i>Capsicum annum L.</i>).....	21
8. PROCESO TRADICIONAL DE ELABORACIÓN DEL PIMENTÓN.....	24
8.1. Recolección, Limpieza y Secado	25
8.2 Desrabado y Cortado o Troceado.....	25
8.3 Procesado del pimiento cáscara seco.	26
8.3.1 Limpiado y Desbinzado.....	26
8.3.2 Trituración, Molturación y Enfriamiento.....	26
8.4 Mezclado y Tamizado. Transmisión. Esterilización. Conservación y Envasado	27
8.5 Seguridad y Calidad. Peligros y puntos críticos del proceso.....	28
8.6 Innovaciones y Mejoras del Proceso	29

8.7 Características de Calidad de la Páprika.....	30
9. OLEORRESINA DE PIMENTÓN O EXTRACTO DE PÁPRIKA.....	32
9.1 Procesado Clásico e Innovación en la Obtención de ORP.....	33
9.2 Procesado Convencional	34
9.3 Rendimiento Total de Extracción (η_T) Convencional.....	35
9.4 Conservación.....	36
9.5 Otras Tecnologías o Derivados de ORP	36
9.5.1 ORP Hidrosoluble.....	36
9.5.2 Algunos aditivos para la ORP y utilización de la misma como aditivo	37
9.5.3 ORP Microencapsulada.....	37
9.6 Composición de la Oleorresina de Pimentón.....	37
9.6.1 Ácidos Grasos.....	37
9.6.2 Carotenoides.....	39
9.6.3 Capsaicinoides.....	40
9.6.4 Ácidos Grasos unidos a los Capsaicinoides.....	41
10. FACTORES QUE AFECTAN A LA PÁPRIKA EN POLVO Y SU OLEORRESINA.....	41
11. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA PÁPRIKA	46
12. BENEFICIOS DEL CONSUMO DE LA PÁPRIKA.....	47
13. ESPECIFICACIONES Y USOS.....	49
13.1 Aplicaciones del polvo de páprika.....	50
13.2 Aplicaciones de la ORP u otros Extractos del Proceso.....	53
14. CONCLUSIONES.....	56
15. BIBLIOGRAFÍA.....	58

1. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad se desarrollan, producen, almacenan, adquieren y se consumen alimentos, que han sido sometidos a diversos procesos industriales o bien que han sido elaborados empleando aditivos alimentarios. Aunque el uso de aditivos se puede ver como una elección negativa, la realidad es que el consumidor se beneficia de su uso, e incluso en el aspecto sanitario. Además, dispone de un amplio número de éstos que son tan naturales como los propios alimentos (Durán, 2001).

Actualmente los alimentos naturales y funcionales marcan las nuevas tendencias en el desarrollo, producción y las preferencias en el mercado. Los consumidores tienen una tendencia clara a preferir los alimentos naturales, entendiendo por tales, aquellos que no han sufrido ninguna transformación industrial para alargar su periodo de conservación o vida útil, ni tienen incorporadas sustancias, destinadas a este mismo fin o para mejorar su calidad (Restrepo, 2007).

Generalmente cuando se ofrece un alimento con aditivos, se piensa que éste no es natural. En el peor de los casos, se piensa que puede ser nocivo para la salud. Estas reacciones tienen una justificación, derivada de la gran cantidad de información que se recibe, sobre todo a través de los medios de comunicación, sobre inadecuadas prácticas de uso de aditivos con fines exclusivamente comerciales, que pueden ir en contra de la salud o de la integridad de los consumidores (Durán, 2001).

De acuerdo a la FDA, un aditivo alimentario es: "Cualquier sustancia natural o artificial adicionada a un alimento generalmente a bajas concentraciones en cualquier etapa de su transformación hasta su empaque para lograr ciertos beneficios, tales como: mantener el color original del alimento, reducir o eliminar el desarrollo de hongos, levaduras y bacterias dañinas para los alimentos, extender su vida de anaquel, mantener la frescura original del alimento, evitar el deterioro por insectos, mantener o mejorar el valor nutritivo, proveer mejores propiedades

sensoriales o como auxiliar o coadyuvante en el proceso con el fin de mantener las propiedades sensoriales originales del alimento”.

A nivel nacional de acuerdo con la Secretaría de Salud, los aditivos son aquellas sustancias que se añaden a los alimentos y bebidas con el objeto de proporcionar o intensificar el aroma, color o sabor, prevenir cambios indeseables o modificar en general su aspecto físico. Queda prohibido su uso para ocultar defectos de calidad (Tafoya *et al*, 2004).

El Diccionario de la Real Academia Española de 1992 define «natural» como: «*Perteneciente a la naturaleza o conforme a la cualidad o propiedad de las cosas*». Este concepto es manejado por los consumidores de alimentos y se relaciona, o se identifica, con otros conceptos como «fresco», «sano», «genuino», «casero» o «tradicional». El significado más generalizado del término es el de no sometido a procesos industriales y libre de aditivos. En general, un consumidor no distingue entre productos sometidos a procesos industriales que afectan la composición química del alimento y aquellos otros que no la modifican; o si lo hacen, el resultado es la formación de compuestos, tan naturales como los originales. El pan, el queso y el vino, que se obtienen por procesos fermentativos, son considerados naturales ante el consumidor, porque se cree están libres de aditivos, sobre todo si se adquieren en un pueblo o en una tienda pequeña y no vienen envasados. En el mercado actual existen varios ejemplos de productos alimenticios, a los que se ha incorporado algún aditivo natural, que merecen por ello seguir siendo considerados como alimentos naturales (Durán, 2001).

2. OBJETIVO GENERAL

- Investigar el uso de la Páprika en polvo y su oleorresina como colorante natural y como especia dentro de la Industria Alimentaria.

3. OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer el proceso de obtención de la Páprika y su oleorresina. Establecer los puntos críticos de control, así como las posibles innovaciones tecnológicas de éste.
- Estudiar la composición química de la Páprika e identificar los factores que pueden afectar sus características.
- Investigar las diferentes propiedades nutrimentales y sensoriales que aporta la páprika, así como sus beneficios.
- Conocer las diferentes aplicaciones que tiene la Páprika (Pimentón) en la Industria Alimentaria tanto en polvo, como en forma de oleorresina.

4. COLORANTES

El color representa una parte esencial en el desarrollo del hombre, en sus diversas manifestaciones sociales, culturales, ambientales, entre otras. A través de la experiencia, la educación y algún componente innato, informa sobre el estado higiénico, sanitario, el valor nutrimental, además nos proporciona o induce a estimar otras características sensoriales como el aroma y sabor en un alimento.

Es el atributo de primer impacto de los alimentos. Determina la apariencia y da una idea de la calidad de un producto, y por tanto va a condicionar su posible aceptabilidad. Una apariencia natural siempre será evaluada positivamente, mientras que se tomarán precauciones ante un color extraño o inesperado que suele ser interpretado en términos de deterioro o de manipulación inadecuada (Tafoya *et al.*, 2004; Mínguez *et al.*, 2006).

En los alimentos, los colorantes se usan como aditivos y son los que más llaman la atención. Han sido ampliamente utilizados en la preparación de alimentos y bebidas y siguen haciendo a nivel mundial una contribución significativa en la preparación, procesamiento y aceptación de los mismos (Lock, 1997; Durán, 2001; Tafoya *et al.*, 2004).

4.1 Definición

De acuerdo a la FDA del 2011, un colorante es cualquier tinte, pigmento u otra sustancia obtenida por síntesis o artificio similar o extraída, aislada o derivada, con o sin intermediarios del cambio final de identidad, a partir de un vegetal, animal o mineral u otra fuente, y que cuando es añadida o aplicada a algún alimento, medicamento y/o cosmético, en el cuerpo humano o en cualquier parte, es capaz por sí mismo de impartir color (ya sea solo o a través de una reacción con otra sustancia).

En México, la Secretaría de Salud enfoca su definición sobre el origen de la sustancia, caracterizándola como aquella obtenida de los vegetales, animales, minerales o por síntesis y es empleada para impartir o acentuar el color, sin especificar su uso o aplicación.

Los colorantes en el área de alimentos se usan para:

- Restablecer la apariencia original de los alimentos donde los colorantes han sido destruidos por el proceso de manufactura, almacenamiento y control de los alimentos.
- Asegurar la uniformidad del color debido a las variaciones naturales en la intensidad en color.
- Ayudar a proteger el sabor y las vitaminas sensibles al calor durante su empaque, por un efecto de exposición al sol.

(Tafoya *et al.*, 2004)

En los últimos años se han sintetizado miles de compuestos químicos coloridos, de los cuales alrededor de 10,000 son o han sido producidos a escala industrial, tratando en muchos casos de sintetizar productos idénticos a los naturales (Lock, 1997).

Las sensaciones que percibe el hombre cuando observa un objeto en particular las asocia con las cosas que le rodean, esto es evidente en el área de alimentos,

donde la relación entre el color y el sabor son importantes y determinantes para que el consumidor adquiriera un producto (Tafoya *et al.*, 2004).

Existen estudios que demuestran interacciones cruzadas entre la percepción del color y otros sentidos, y que intervienen en la aceptabilidad de los alimentos (color-gusto, color-aroma, color-sabor). El color se convierte en un índice de calidad y nos indica el deterioro de la misma (Mínguez *et al.*, 2006).

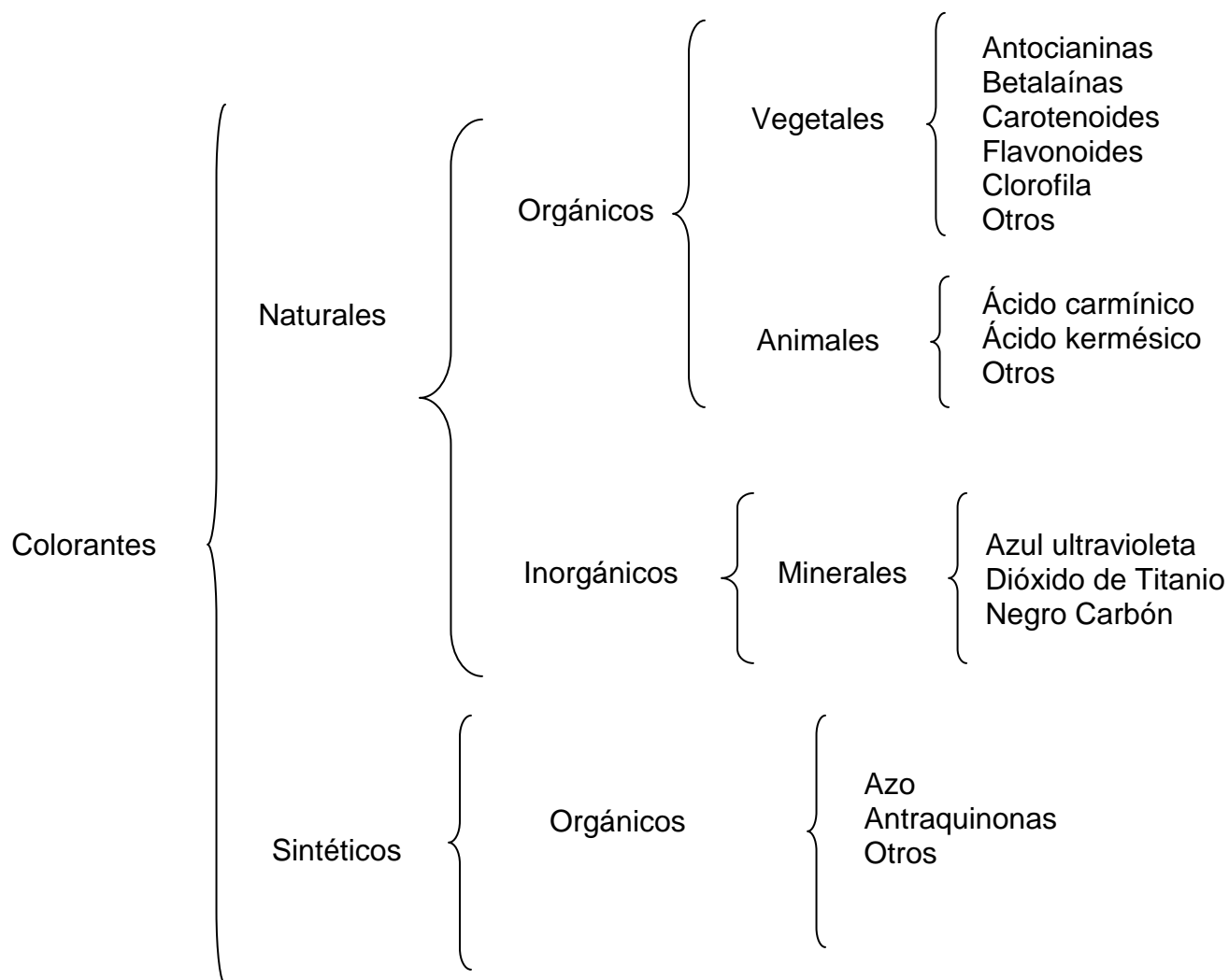
Puede decirse que el empleo de colorantes responde más a las exigencias de los consumidores que a necesidades del fabricante o del comerciante. Un ejemplo claro, se ha intentado comercializar la mantequilla o la margarina con su aspecto natural, es decir, de color blanco grisáceo, con resultados desastrosos. El consumidor está tan acostumbrado al color amarillo «típico» de estos productos que considera extraño cualquier otro color (Durán, 2001).

4.2 Clasificación

Existen varias formas de clasificar a los colorantes, éstas se basan en su procedencia o fuente de origen, en su certificación, o por su grupo cromóforo; esto es, el radical que les confiere un determinado color (Tafoya *et al.*, 2004).

De acuerdo a su origen se clasifican como se señala en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los Colorantes



Se consideran naturales los colorantes que se obtienen de fuentes naturales, vegetales o animales, con un proceso que no implique incorporación de otras sustancias no naturales. Existe otra clasificación según su naturaleza química en diversos grupos, véase tabla 2 (Lock, 1997).

Tabla 2. Clasificación de los colorantes naturales según su naturaleza química

Naturaleza Química	Algunos Ejemplos	Color Predominante	λ_{\max} , nm
Tetrapirroles (lineales y cíclicos)	Ficobilinas	Azul-verde	610-650 (fitococianinas)
		Amarillo-rojo	540-570 (ficoeritrinas)
	Clorofila	Verde	640-660
Carotenoides (Tetraterpenoides)	Carotenoides	Amarillo-anaranjado	400-500
Flavonoides	Flavonas	Blanco-crema	310-350
	Flavonoles	Amarillo-blanco	330-360
	Chalconas	Amarillo	340-390
	Auronas	Amarillo	380-430
	Antocianinas	Rojo-azul	480-550
Xantonas	Xantonas	Amarillo	340-400
Quinonas	Naftoquinonas	Rojo-azul-verde	
	Antraquinonas	Rojo-púrpura	420-460
Derivados indigoides e indoles	Índigo	Azul-rosado	
	Betalaínas	Amarillo-rojo	470-485 (betaxantinas)
			530-554 (betacianinas)
Pirimidinas sustituidas	Pterinas	Blanco-amarillo	
	Flavinas	Amarillo	
	Fenoxazinas	Amarillo-rojo	
	Fenazinas	Amarillo-púrpura	

4.3 Colorantes Naturales

La mayoría de los colorantes naturales para alimentos se clasifican en cinco grupos básicos: tetrapirroles (clorofila); isoprenoides o carotenoides (carotenos, licopeno y xantofilas); benzopireno (antocianinas y flavonoides); betalaínas (betacianinas y betaxantinas) y otros derivados de algún proceso (caramelo y jarabes) (Márquez *et al.*, 2007).

La tabla 3 muestra los colorantes naturales que se pueden usar en la Industria Alimentaria:

Tabla 3. Colorantes naturales

Número E	Nombre	Procedencia	Color	Alimentos en los que se usa
E163	Antocianos	Piel de uva negra	Rojo y azul	Bebidas, licores, productos lácteos
E 160b	Annato	Semillas de Bixa orellana	Naranja	Productos lácteos, mantequilla, pasteles
E 160a	β -caroteno	Frutos cítricos	Amarillo a naranja	Productos lácteos, mantequilla, helados, pasteles, zumos de frutas
E 160e	Apo-carotenal	Zanahoria	Naranja rojizo	Quesos, salsas, helados, snacks, pasteles
E161g	Cantaxantina	Zanahoria	Naranja a rojo	Pasteles, salsas, helados
E160c	Páprika	Pimentón	Naranja a rojo	Productos cárnicos, quesos, aderezos, sopas
	Azafrán	Flores de Azafrán	Amarillo	Arroces, bollería, pasteles
E 162	Betaínas	Remolacha	Rojo	Helados, bebidas lácteas, mazapán
E 120	Carmín (Cochinilla)	Hembras de <i>Coccus cacti</i>	Rojo azulado	Bebidas, postres, bollería
E 140	Clorofila y derivados	Hortalizas verdes	Verde	Caramelos, mermeladas, encurtidos
E 150a	Caramelo	Azúcares	Pardo, marrón	Bebidas, sopas, productos lácteos, encurtidos

Los colorantes naturales no necesitan certificación. Hay ejemplos muy claros como la clorofila o los carotenoides, el primero procedente de cualquier planta verde y los segundos de frutas anaranjadas, como la propia naranja, o de hortalizas, como la zanahoria o del tomate (Durán, 2001; Tafoya *et al.*, 2004).

Las materias primas de donde se extraen pueden ser insectos (como el ácido carmínico, que se obtiene de los caparazones de cochinillas hembras), flores (antocianos, del hibisco), plantas no comestibles (clorofila, de las ortigas o de la alfalfa), algas (rodofíceas y cianofíceas), incluso hongos de la especie *Monascus*.

En comparación con los colorantes sintéticos y en términos generales, los naturales son más caros, menos eficaces y menos estables durante el almacenamiento. Por ello, en la actualidad su uso es limitado (Durán, 2001).

La tendencia actual es seguir investigando para sustituir los colorantes artificiales parcial o totalmente por aquellos que son naturales debido a la fuerte tendencia sobre el uso de estos últimos, que tienen la propiedad de dar color a los alimentos.

En el caso de colorantes naturales se investiga sobre clorofilas, antocianinas y pigmentos terpenoides, como los carotenos y el licopeno. Sustituir el uso de colorantes artificiales por éstos, resulta un tanto difícil y complicado pues cuando se desea reemplazar compuestos artificiales o sintéticos por los naturales, es la estabilidad de éstos últimos ante los cambios de pH, temperatura e iluminación y el hecho que deben dosificarse en cantidades mayores lo que implica una posible alteración de otras propiedades organolépticas del alimento como el aroma, textura y su sabor (Restrepo, 2007).

5. CAROTENOIDES

En las frutas y vegetales, el color se debe principalmente a tres familias de pigmentos: clorofilas, carotenoides y antocianinas, que son responsables de la coloración verde, roja-amarilla, y azul-violeta, respectivamente. La principal función de estos pigmentos en los vegetales es la atracción de animales para

actuar como vectores en la diseminación de semillas y frutos. Los humanos no están ajenos a este fenómeno, de tal forma que la industria alimentaria trata de hacer a los alimentos más atractivos normalmente a través del color.

Se puede afirmar que entre todos los pigmentos presentes en los organismos vivos, los carotenoides son, después de las clorofilas, los más ampliamente distribuidos en la naturaleza. Están distribuidos en el reino vegetal, en bacterias, algas, hongos y animales. Estos últimos no son capaces de sintetizarlos y los incorporan a través de la dieta (Mínguez *et al.*, 2006).

Los carotenoides son sustancias hidrofóbicas, lipofílicas y virtualmente insolubles en agua (Márquez *et al.*, 2007).

Cumplen dos funciones principalmente: en la fotosíntesis y como colorante en las flores y frutos, en los que aparecen mayormente como colores amarillos en los primeros, y naranja o rojizos en los segundos, como por ejemplo el licopeno del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) (Lock, 1997).

En la actualidad se conocen alrededor de 700 carotenoides, siendo los más comunes en la naturaleza los siguientes:

Tabla 4. Algunos de los Carotenoides presentes en la naturaleza

Fucoxantina	Algas
Luteína	Plantas verdes
Violaxantina	Plantas verdes
Neoxantina	Plantas verdes
α -caroteno	Amplia distribución
β - caroteno	Amplia distribución
Zeaxantina	Amplia distribución
Lycopeno	Tomates
Capsantina	Pimentón
Bixina	Achiote

Se localizan en las células vegetales en el interior de organelos especializados, cloroplastos y cromoplastos. Los carotenoides se acumulan en los plastoglóbulos de los cromoplastos de forma masiva y es donde la diversidad estructural alcanza un mayor grado (Mínguez *et al.*, 2006)

5.1 Estructura, Nomenclatura y Factores que afectan su Estabilidad

La mayoría de los carotenoides son tetraterpenos liposolubles que son considerados como 8 unidades juntas de isopreno (C_5H_8) que forman una estructura alifática alicíclica. Tradicionalmente se les considera como compuestos de 40 carbonos, denominados apocaroténoides a aquellos con menos de 40 átomos en su esqueleto. Pueden presentar una estructura acíclica como licopeno, o poseer distintas estructuras cíclicas de 5 o 6 carbonos en uno o ambos extremos como el β -caroteno. (Tafoya *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2007).

Dado el gran número de dobles enlaces de la cadena polienoica central, los carotenoides pueden existir en diversas conformaciones cis/trans aunque la más estable y por tanto presente en la naturaleza es la trans.

Esta cadena es la causa de la inestabilidad de los carotenoides incluyendo su susceptibilidad a la oxidación (combinación con el oxígeno) e isomerización geométrica (cambio de la geometría del doble enlace). El calor, la luz y los ácidos promueven la isomerización de los carotenoides trans, además los metales, las enzimas y los peróxidos estimulan la oxidación la cual puede ser inhibida por antioxidantes tales como los tocoferoles (Vitamina E), compuestos fenólicos y ácido ascórbico (Vitamina C) (Márquez *et al.*, 2007).

Pueden clasificarse como carotenos si sólo están formados por átomos de carbono e hidrógeno (hidrocarburos), y como xantófilas, si contienen alguna función oxigenada. Las más comunes presentes en los alimentos son: β -criptoxantina (bicíclica, naranja), α -criptoxantina (bicíclica, amarilla), zeaxantina

(bicíclica, amarillo-naranja), luteína (bicíclica, amarilla), violaxantina (bicíclica, amarillo) y astxantina (bicíclica, roja) (Lock, 1997; Márquez *et al.*, 2007).

El color característico de los carotenoides, así como su brillantez se debe al grupo cromóforo de la molécula que corresponde a una cadena de dobles enlaces conjugados. Se requiere al menos siete doble enlaces conjugados para que un carotenoide produzca color, acentuándose a medida que se extiende el sistema conjugado. El número de dobles enlaces conjugados y la presencia de diferentes grupos funcionales determinarán las características espectroscópicas propias de cada pigmento. Una reducción en la conjugación produce formas amarilla, mientras una oxidación da formas rojas (Tafoya *et al.*, 2004; Mínguez *et al.*, 2006).

Los vegetales considerados como las principales fuentes de carotenos son la zanahoria, tomate, calabaza y el boniato de color amarillo-naranja. Las frutas por lo general tienen niveles menores de provitaminas A (Márquez *et al.*, 2007).

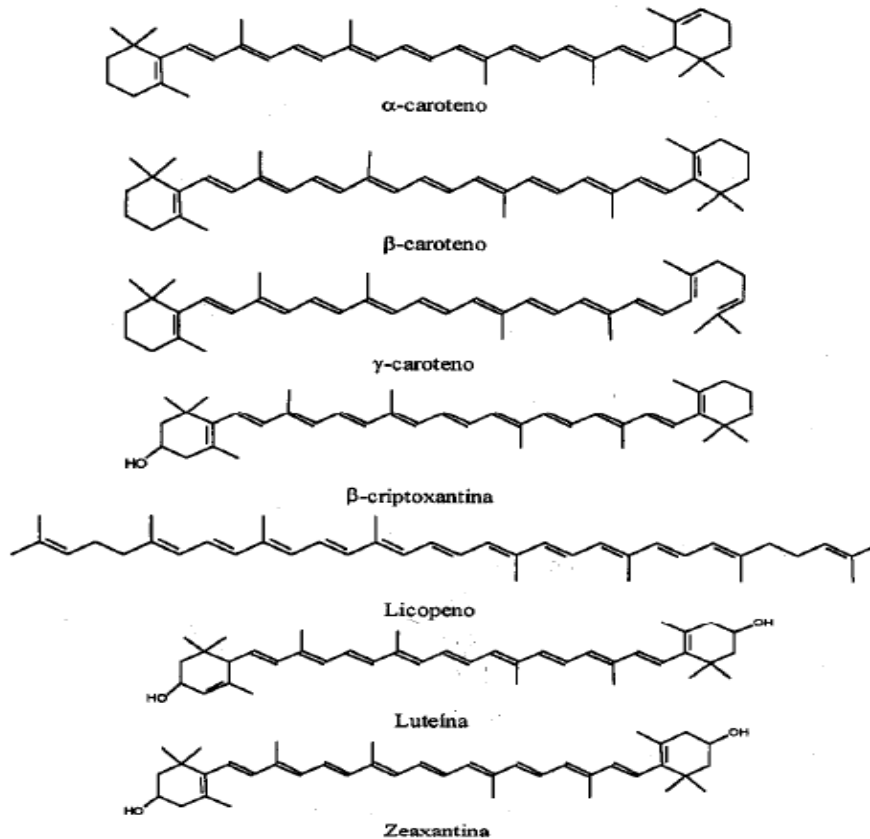


Figura1. Estructura química de los pigmentos carotenoides habitualmente presentes en nuestra dieta y de mayor relevancia nutri-funcional. (Mínguez, 2006)

Los factores que afectan su estabilidad son:

- Temperatura: altas temperaturas fragmentan la molécula de caroteno en los puntos de unión de los anillos de ionona.
- Ácidos orgánicos: se reduce la molécula en presencia de ácido ascórbico.
- Agentes quelantes: el EDTA es un secuestrante de los metales que inducen la oxidación y se utiliza para evitar pérdidas de vitaminas y cambios en los colores.
- Agentes antioxidantes: la mayoría de los antioxidantes estabilizan los carotenoides.
- Oxígeno: en presencia de oxígeno los carotenoides se oxidan (Tafoya *et al.*, 2004).

5.2 Los Carotenoides en la dieta mediterránea.

La dieta Mediterránea, es quizás la que mayor diversidad y cantidad de carotenoides aporta a la ingestión, por su elevado contenido en frutas y vegetales (frescos y/o procesados) y aceites de origen vegetal. (Mínguez *et al.*, 2006).

Los vegetales verdes aportan en mayor o menor cantidad luteína, β -caroteno y β -criptoxanteno. La mejor fuente de α -caroteno es la zanahoria y la calabaza, mientras que el β -caroteno está más diversificado en frutas y vegetales como la zanahoria, el pimiento rojo, la naranja, la papa, el brócoli y vegetales verdes. El β -criptoxanteno se encuentra en el pimiento maduro rojo y frutas de origen tropical como la papaya. La principal fuente de licopeno es el tomate y sus productos derivados (pasta y salsas) así como la sandía y el pomelo rojo. Entre las fuentes ricas en luteína destacan los vegetales verdes como las espinacas, coles de Bruselas, brócoli, y guisantes, mientras que el zeaxanteno se encuentra en concentraciones altas en la yema del huevo y el maíz (Mínguez *et al.*, 2006).

5.3 Función y Actividad Biológica

En los animales, los carotenoides presentan varias actividades biológicas muy importantes desde el punto de vista nutricional y fisiológico. Para que puedan ser metabolizados a Vitamina A, es necesario que contengan en su estructura un anillo tipo β no sustituido. El 10% de los carotenoides cumplen esta configuración, siendo β -caroteno y β -criptoxanteno, los más representativos.

La única fuente de estos precursores de retinol es la dieta, y en la mayoría de los casos son las frutas y vegetales los que principalmente aportan carotenoides con actividad pro-vitamínica a la ingesta. Además, el organismo utiliza otra actividad de estos componentes: la capacidad antioxidante frente a radicales libres de diversa naturaleza y origen, integrando a los carotenoides en el sistema de antioxidantes primarios junto a los tocoferoles y la vitamina C, entre los que existe

un ciclo regenerativo que aumenta sinérgicamente la capacidad antioxidante (Mínguez *et al.*, 2006).

5.4 Absorción y Acumulación

La liposolubilidad de los carotenoides es la característica principal que determina las etapas del proceso de liberación, transporte y asimilación desde el alimento, y la eficacia de ellas. En el hombre, la eficiencia del proceso es baja, sólo un 30% del total del carotenoide ingerido se absorbe de forma efectiva. El proceso incluye una etapa de liberación del conjunto de carotenoides desde la matriz alimentaria y su incorporación a glóbulos lipídicos, que tiene lugar en el estómago, la formación de micelas, y la absorción del contenido de éstas por las células intestinales.

Principalmente, se acumulan en el tejido adiposo e hígado, aunque se ha descrito la presencia de éstos en el pulmón, riñón, piel y médula espinal. El plasma, al ser el medio de distribución de estos pigmentos, mantiene siempre una reserva de carotenoides circulando, transportados en lipoproteínas. Los tejidos en los que se depositan carotenoides de forma muy específica son la mácula lútea y la próstata. En la mácula lútea, se depositan preferentemente zeaxanteno y la luteína. En la próstata se encuentran cantidades de licopeno (Mínguez *et al.*, 2006).

5.5 Actividades Antioxidantes.

Como ya se ha mencionado, la principal función fisiológica de los carotenoides es su actividad como provitamina A, junto a esta función, se describe la capacidad antioxidante como la más representativa de los carotenoides, y que se hace extensiva a todos ellos (con o sin actividad provitamínica) porque inhiben el proceso de auto-oxidación lipídica.

En el estrés oxidativo y la génesis de radicales libres están basadas la aparición de procesos degenerativos como ciertos cánceres y tumores, enfermedades cardiovasculares. Hay dos líneas de investigación que sustentan la funcionalidad

fisiológica de los carotenoides: su actividad como antioxidantes de membrana, integrándose en el ciclo oxidativo de la célula junto con otros antioxidantes primarios, y por otro lado, su implicación en los procesos de control de la diferenciación y proliferación celular (Mínguez *et al.*, 2006).

El β -caroteno reúne dos propiedades importantes: es un poderoso antioxidante y a la vez posee poder pigmentante que varía desde el rojo hasta el amarillo. Se ha planteado la posibilidad de sustituir el colorante sintético tartrazina por uno igualmente sintético pero imitando al natural (Restrepo, 2007).

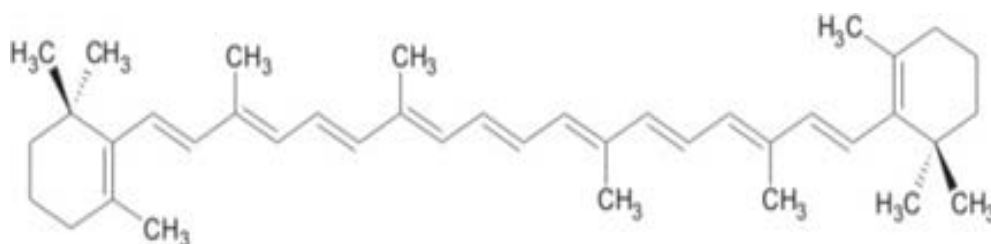


Figura 2. Estructura molecular del β -caroteno (Restrepo, M., 2007)

6. GÉNERO *CAPSICUM*

El género *Capsicum* es un producto originario de América y comprende alrededor de 200 variedades. El fruto es una baya cuya forma puede variar entre cúbica, cónica o esférica; su interior es hueco y dividido en 4 compartimientos, las semillas se alejan en los tabiques y cerca al tallo.

Los frutos de este género se caracterizan por ser picantes, con algunas excepciones denominadas “ajís dulces”. Se utilizan para consumo fresco en ensaladas o solo base para elaboración de aderezos, ingrediente a nivel industrial para condimentos, fuente de extractos para fines ambientales y medicinales, entre otros (Restrepo, 2006).

En la tabla 5 se relaciona alguna de las variedades más comunes de *Capsicum* en la industria alimentaria y gastronómica.

Tabla 5. Variedades de *capsicum* más comunes

Variedad	Nombre Común
<i>annum</i>	Pimentón
	Jalapeño
	Páprika
<i>chinense</i>	Habanero
<i>frutescens</i>	Tabasco
<i>pubescens</i>	Manzano
<i>baccatum</i>	Amarillo

(Restrepo, 2007)

6.1 Oleorresinas

El empleo de oleorresinas en la industria plantea la posibilidad de incorporar principios aromatizantes y pigmentantes, en el caso de las especies de pimientos o ají, pertenecientes al género *Capsicum*, existen numerosas variedades a las que se han aplicado diferentes técnicas y sustratos para obtener estos concentrados.

Las Oleorresinas son extractos de naturaleza oleosa, obtenidos de especias o diferentes plantas que proporcionan a los productos color, aroma, sabor y percepción picante. De acuerdo con la Comunidad Económica Europea (CCE) son “extractos de especias de los que se ha evaporado el disolvente de extracción, dejando un mezcla del aceite volátil y el material resinoso de la especia. Se aplican en el mundo como ingrediente para aportar color, aroma y sabor (Restrepo, 2006).

Las oleorresinas de ají picante, ajo, chiles, cúrcuma, jengibre y páprika pueden ser utilizadas como colorantes, aromatizantes y saborizantes en diversidad de quesos, salchichas, mortadelas, chorizos, caldos de gallina, salsas, sopas, aderezos, entre otros.

Presentan ciertas ventajas con respecto a otras presentaciones de aditivos aromatizantes que hay en el mercado, como:

- **Economía:** Puede darse una tasa de reemplazo de hasta 100 kilogramos del producto en polvo, por uno o dos kilogramos de oleorresina, dependiendo de la concentración de esta última.
- **Uniformidad:** Los ingredientes activos color, sabor y propiedades físicas son estandarizadas.
- **Natural:** Es un producto totalmente natural libre de residuos de solvente y pesticidas.
- **Pureza:** Productos libres de impurezas y materia extraña.
- **Inocuidad:** No presentan contaminación microbiana.
- **Cumplimiento de las especificaciones.** De acuerdo a la FDA están clasificadas como GRAS, lo que permite su libre adición dentro de las formulaciones.
- **Mayor Vida de Anaquel:** La alta concentración de las oleorresinas y estar casi libres de agua, asegura ésta condición, debido a la baja degradación por oxidación o pérdida de sabor, y se elimina el deterioro debido a plagas y microorganismos.
- **Posibilidad de disolución:** El extracto concentrado puede ser diluido para obtener diferentes concentraciones a fin de adecuar esta oleorresina a las necesidades de cada producto (Restrepo, 2006).

6.1.1 Procesos de extracción de las Oleorresinas

Debido a su carácter oleoso, las técnicas más apropiadas son aquellas que emplean disolventes. Principalmente lixiviación al 4.2%, y 6.1%.

Otras técnicas emplean tecnología de microondas combinada con disolventes como acetona, dioxano, etanol, metanol y tetrahidrofurano controlando la temperatura en un máximo de 60 °C para prevenir la degradación de los carotenos.

Otros trabajos han sugerido una tecnología libre de solventes orgánicos empleando bajas temperaturas, se trata de la extracción con fluidos supercríticos, específicamente con dióxido de carbono supercrítico (ScCO₂) con una

temperatura de 40 °C, una presión de 120 bar con un tiempo de 4 horas de extracción. Los resultados son más satisfactorios en cuanto a pureza, integridad de los carotenoides y concentración de los mismos en la oleoresina obtenida (Restrepo, 2006).

6.2 Oleorresinas de *Capsicum*

Están compuestas principalmente por diferentes carotenoides básicamente con propiedades pungentes (picantes) y colorantes. Los más importantes son la capsaicina, dihidrocapsaicina, capsantina y capsorrubina. Las dos primeras son responsables de la pungencia y las dos últimas de la coloración naranja o rojiza de los frutos (Restrepo, 2006).

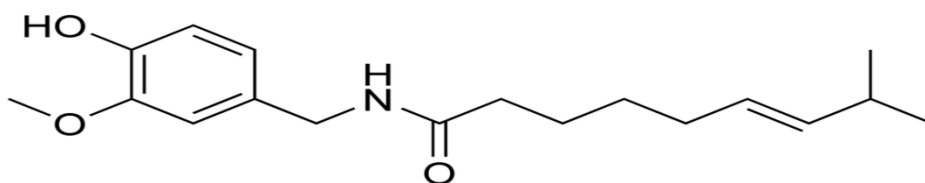


Figura 3. Estructura molecular de la capsaicina. (Restrepo, 2006)

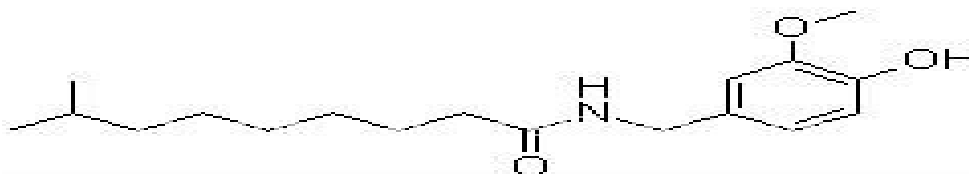


Figura 4. Estructura molecular de la dihidrocapsaicina. (Restrepo, 2006)

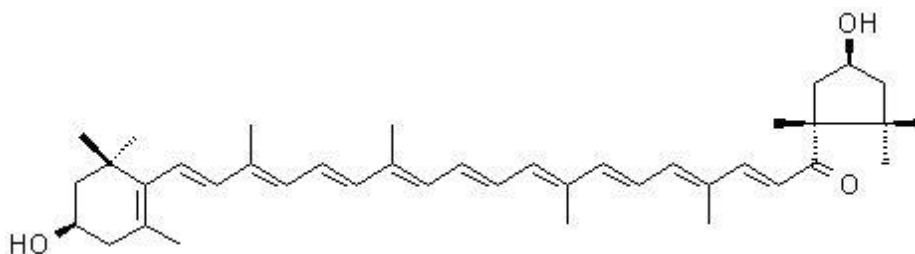


Figura 5. Estructura molecular de la capsantina. (Restrepo, 2006)

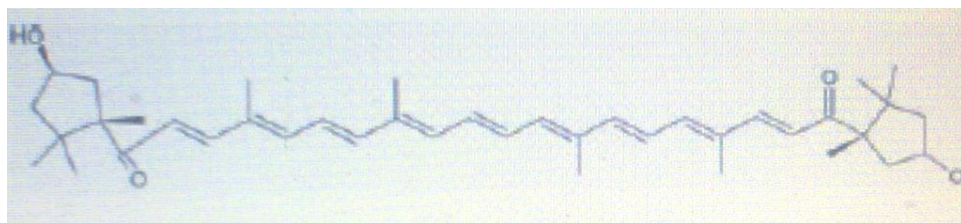


Figura 6. Estructura molecular de la capsantina. (Restrepo, 2006)

6.2.1 Aplicaciones

Se han encontrado numerosas aplicaciones de los diferentes extractos del ají picante, desde su uso en la industria alimentaria, en el control biológico, ambiental e incluso algunos casos de interés medicinal.

Las diferentes variedades del género *Capsicum*, conocidas como pimientos, presentan concentraciones considerables de diferentes carotenoides, con diversas propiedades que lo hace un sustrato interesante para la industria alimentaria en el campo de la condimentación y la pigmentación. El interés se centra en la capsaicina, dihidrocapsaicina en cuanto a pungencia y la capsantina y capsorrubina como colorantes, estos no son los únicos, hay números compuestos volátiles por ejemplo β -caroteno, criptoxantina, zeaxantina, anteraxantina, violaxantina, neoxantina (Restrepo, 2006; Restrepo, 2007).

La especia es cualquier sustancia vegetal aromática usada como condimento, es decir, para sazonar y mejorar el sabor de algo. Una de éstas es la páprika, la cual es un pimentón de color rojo obtenido en forma de polvo muy fino. Este pimentón y sus derivados son muy interesantes por su composición, atributos sensoriales y acciones fisiológicas en humanos (Fernández, 2007; Luque, 2009).

Se ha reducido el uso de colorantes artificiales e incrementando el de productos naturales, con propiedades colorantes, de baja o nula toxicidad. De ahí el interés de las industrias cárnica, láctea, conservera, farmacéutica y cosmética por el pimentón, (pimiento deshidratado, seco, triturado y/o molido) y por el extracto líquido obtenido de su cáscara seca, la oleorresina de pimentón (Gómez *et al.*, 1990)

7. EL PIMENTÓN (*Capsicum annuum L.*)

El pimentón o pimiento rojo (*Capsicum annuum L.*) es ampliamente consumido como vegetal, y su uso ha aumentado como ingrediente en alimentos procesados tales como pizzas congeladas, sazonadores para hamburguesas, ensaladas, etc. El consumo de pimentón procesado también ha aumentado notoriamente en los últimos años a nivel mundial. (Park *et al.*, 2011).

Presenta una actividad promotora antitumoral, reduce o previene de enfermedades crónicas tales como enfermedades cardiovasculares Su actividad biológica es causada por varios fitoquímicos tales como los carotenoides, el ácido ascórbico, los flavonoides y compuestos fenólicos. En particular, la capsantina y la capsorrubina, (únicas en el pimiento rojo), han demostrado poseer una actividad antioxidante y antitumoral (Park *et al.*, 2011).

El pimentón y su oleoresina son considerados productos de un gran valor comercial y gastronómico en mercados internacionales en la industria alimentaria y farmacéutica, en las cuales su uso principal es como colorante natural por su alto contenido de capsantina y capsorrubina. Los compuestos responsables del color son los pigmentos carotenoides (Mínguez *et al.*, 1998; Giraldo *et al.*, 2009).

El pimentón o en inglés páprika; es el producto obtenido de la molienda de los frutos seleccionados y desecados de diversas variedades de pimientos rojos del género (*Capsicum annum L.*) (Revilla *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2006).

La páprika roja es conocida por ser rica en fitoquímicos tales como diversos carotenoides, vitamina C, vitamina E y flavonoides. Es un condimento vegetal cultivado y consumido en cantidades considerables en todo el mundo, debido a su agradable color, aroma, sabor y pungencia (Park *et al.*, 2011).

Se cultiva en numerosas zonas en el mundo, principalmente en España, Sudáfrica, América del Sur y algunos países asiáticos, donde el clima es favorable para el crecimiento de esta planta y para el desarrollo de sus agentes del color rojizo. El gran número de horas bajo el sol permite a la páprika madurar, para que el material básico llegue a los molinos de procesamiento con un contenido alto de colorante. (Topuz, 2007; Horvath *et al*, 2011).

La superficie mundial destinada para la cosecha de pimentón se estima que es de 1'832,471 ha, con una producción de 2'959,283 millones de toneladas (FAO, 2009), destacando el continente asiático como principal productor. En España la superficie destinada al cultivo de pimentón es de sólo 1,722 ha con una producción de 4,969 toneladas (MARM, 2008). Las regiones de España donde se cultiva este pimiento son: Extremadura, Murcia, Alicante, vila y las Islas Baleares. Entre éstas destacan especialmente las dos primeras, siendo consideradas de marcada tradición pimentonera. En la región murciana se cultiva preferentemente el pimiento dulce (90%), y más concretamente la variedad "Bola".

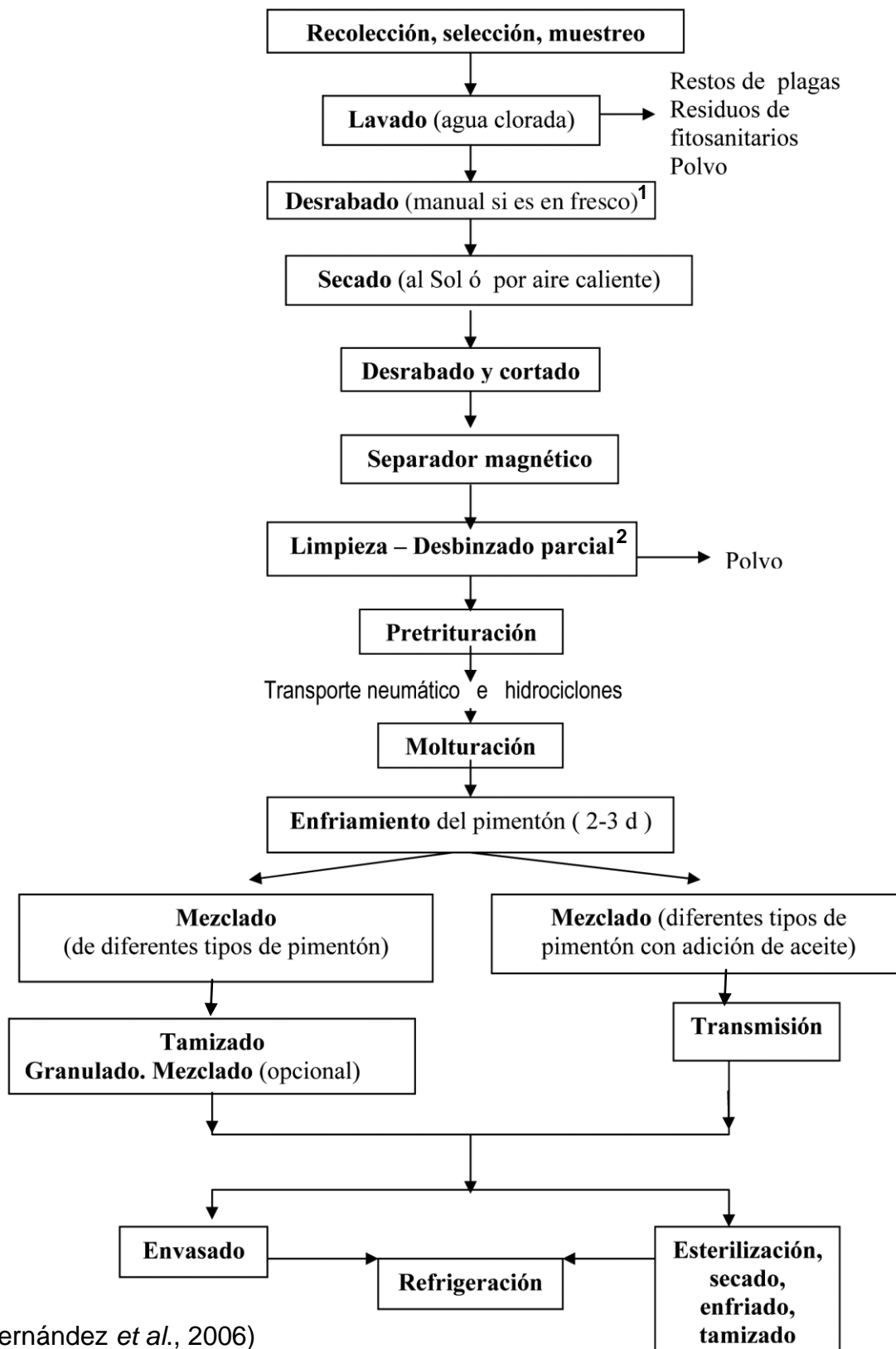
También se cultiva pimentón dulce, agridulce y picante, aunque la producción de éste último es escasa.

La ORP procede del fruto del pimiento, que se ubica dentro de la subclase Asteridae, Orden Solanales, Familia *Solanaceae* y género *Capsicum*. Se cultiva actualmente en muchos países de ambos hemisferios. La terminología del género *Capsicum* es confusa, usándose indistintamente pimiento, chili, chile, chilli, aj, «páprika» y *Capsicum*. El pimiento nativo o aj es originario del continente americano (Bolivia, Perú, sur de México y Colombia) y cuenta con cerca de 25 especies silvestres y cinco domesticadas (*C. chinense* Jacq., *C. annuum* L., *C. pubescens* Ruiz y Pavón, *C. frutescens* L. y *C. baccatum* L.). Los frutos de estas especies son bayas de diferentes formas y tipos de superficies. En estado inmaduro su color es verde, morado, amarillo (en varios tonos), blanco o naranja. En estado maduro y según la variedad su color es rojo (en varios tonos), púrpura

oscuro, amarillo, naranja, café, negro, castaño o pardo oscuro. Esto podría servir para obtener diferentes tonalidades de color en la ORP (Fernández, 2007).

Las variedades que se cultivan para obtener el pimentón acogido a la Denominación de Origen Protegida (DOP) *Pimentón de La Vera* pertenecen al grupo de las “Ocales”, Jaranda, Jariza y Jeromín, y de la variedad Bola, pertenecientes a las especies botánicas *Capsicum annuum* var. *longum* L. y *Capsicum annuum*. Todas ellas dan altos niveles de colorantes. Es uno de los colorantes alimentarios naturales más utilizados para fines culinarios e industriales (Pereira *et al.*, 2010; Topuz *et al.*, 2011).

8. PROCESO TRADICIONAL DE ELABORACIÓN DEL PIMENTÓN



8.1 Recolección, Limpieza y Secado

La recolección es manual. Los pimientos son recolectados en el punto de maduración óptima debido a que presentan su máxima intensidad de color, lo que indica un mayor contenido de pigmentos naturales y un menor contenido en agua. Tras la recolección, los pimientos se tratan en tambores rotatorios bajo duchas de agua clorada (100-150 ppm).

Posteriormente los frutos se secan al sol (3 ó 4 días en épocas de altas temperaturas, y 7 u 8, en épocas más frías) o con secadores con aire caliente y baja humedad relativa (HR), a una temperatura de 45-65 °C (durante 10 a 12 horas). La cáscara obtenida por secado al sol presenta una humedad final total de 18%, de aquí que al tacto sea blanda y ligeramente elástica.

El proceso de secado produce un producto deshidratado cuya composición en base seca es aproximadamente un 58.5% de cáscara, 33% de semilla y un 8% de rabos. El pimentón a partir del pimiento secado al sol tiene un color rojo brillante frente a otros obtenidos en secadores de aire caliente. La normativa impide superar la temperatura crítica de 65-75 °C en esta operación (Fernández *et al.*, 2006).

8.2 Desrabado y Cortado o Troceado

Previamente al desrabado se eliminan partículas metálicas mediante un separador magnético.

Tanto el desrabado del pimiento entero para eliminar el pedúnculo¹, como la presentación parcialmente troceado, pero con semilla y seco, son operaciones unitarias opcionales que dependerá del producto final que se desea.

El desrabado con despezonadora o desrabadora² puede ser manual o mecanizado (tras el secado, en seco). Posteriormente el pimiento es cortado en tiras de 1 cm de espesor aproximadamente, mediante sierras circulares de acero inoxidable y diente fino (Fernández *et al.*, 2006).

8.3 Procesado del pimiento cáscara seco

8.3.1 Limpiado y Desbinzado

La cáscara seca es llevada mediante un tornillo a un detector de metales. Se separa las cáscaras del resto (semillas o binzas y demás restos de hojas y pedúnculos o pezón), eliminándose sólo el 10-30% de la semilla. Al mismo tiempo, un ventilador extrae el polvo existente en la mezcla y un ciclón lo separa de la misma. Este polvo es un residuo utilizado para compostaje¹ o como abono.

La separación de la semilla y/o el pedúnculo mejora la calidad del color y aroma del pimentón, eliminando el aspecto aserrinado y amarillento del mismo.

La eliminación total de las semillas disminuye la capacidad antioxidante del pimentón al eliminar el g- α -tocoferol de las semillas y dejar sólo α -tocoferol–vitamina E– de la cáscara, ácido ascórbico, además de ácido cítrico, cefalina y lecitina. Estos últimos compuestos tienen efectos sinérgicos por su poder secuestrante de metales con otros antioxidantes y mantienen la estabilidad del color.

La harina de las semillas aporta P, K, Mg, Mn y Ca, lisina y otros aminoácidos indispensables (la leucina como primer aminoácido limitante), triglicéridos de ácido linoleico y oleico, ácido palmítico, esteárico, y factores antinutrimientales como estaquiosa, rafinosa, verbascosa, ácido fítico, taninos e inhibidores de la tripsina (Fernández *et al.*, 2006).

8.3.2 Trituración, Molturación y Enfriamiento

Bajo la desbinzadora² se sitúa un triturador de martillos de cáscaras y/o semillas. El pimiento triturado pasa a unas tolvas de doble compartimento (carga y descarga) que alimentan los molinos de molturación en serie (unos 6 por serie). La temperatura máxima permitida en esta operación es de 45 °C.

Tras diferentes pasadas de molino (4 a 6) se garbilla¹el pimentón por un tamiz de 16 alambres por 27.7 mm, y el producto se enfría en ciclones (20 – 35 °C), y luego en sacos de rafia abiertos a temperatura ambiente (2-3 días). Al pimiento seco se le realizan pruebas de calidad, sobre todo el color según la American Spice Trade Association (ASTA), dando lugar a lotes con diferentes coloraciones clasificadas (Fernández *et al.*, 2006).

8.4 Mezclado y Tamizado (cribado, garbillado). Transmisión. Esterilización. Conservación y envasado

Se pasa el pimentón a mezcladoras, a las que pueden adicionarse antioxidantes (ácido ascórbico, vitamina E), oleoresina o extracto de la semilla. La mezcla se tamiza y se almacena en recipientes herméticos para evitar el apelmazamiento del producto. La refrigeración reduce a 1/2 o 1/3 la degradación del color tras 5 meses, según se adicionen o no antioxidantes o semillas. Una opción para aumentar el brillo del pimentón y homogeneizar el producto es el aceite de girasol, éste reduce la oxidación del mismo al disminuir la superficie expuesta al aire, y en su caso permitir la adición de aditivos. Entre ellos oleoresinas u otros compuestos antioxidantes o incluso semillas.

Se esteriliza el pimentón por vapor saturado a 7 bares, 150 ° C durante 6–8 segundos, debido a que los carotenoides sufren termo-degradación). La adición de antioxidantes antes de la esterilización aumenta la estabilidad del color durante la conservación del pimentón. Tras la esterilización, el pimentón se seca a 70 °C hasta una humedad inferior al 14%, se enfría, se tamiza y se envasa en sacos.

También se envasa en latas o en bolsas elaboradas con polímeros de plástico como aluminio/polietileno laminado de 60-90 µm ó polietileno de 80-150 µm. Los envases del pimentón deben evitar el paso de la luz, ya que promueve la degradación de los carotenoides. (Fernández *et al.*, 2006).

Para evitar la pérdida de color por radiación UV, se adicionan mezclas de α -tocoferol con extracto de romero (que contiene ácido rosmarínico), así como extracto de té, otros flavonoides u antioxidantes como la quercetina o la epigallocatequina galato¹ (Fernández *et al.*, 2006).

8.5 Seguridad y Calidad. Peligros y puntos críticos del proceso.

Entre los puntos mínimos de control en el proceso están la calidad de la materia prima, la calidad del agua potable, la limpieza y el control microbiológico (producto, personal, instalaciones y superficies); la instalación eléctrica y alumbrado, aire comprimido y gases, temperatura del pimentón y la cáscara en trituración, molturación y transmisión; el consumo eléctrico de molinos, trituradores y esterilización; así como la temperatura y la Humedad Relativa durante la conservación del pimentón

Un punto de control del proceso es durante el secado del pimiento en el sol, debido a que ocurre una reducción de la concentración de los carotenoides rojos (incluyendo capsorrubeno) y amarillos (violaxantina, capsoluteina, zeaxantina, α -criptoxantina, y α -caroteno). Hay una pérdida del 54% de los carotenoides desde el pimiento fresco hasta convertirse en pimentón, siendo el 25% debido al proceso de secado y de un 43-55% debido a la trituración y molturación. Esta pérdida se debe al aporte de las semillas y a la oxidación durante el procesado.

Las mejoras del proceso y del producto se basan en la conservación de los parámetros de calidad nutritiva y sensorial, sin comprometer la salud, reduciendo en lo posible riesgos para el consumidor, como la presencia de micotoxinas, la anafilaxia por ingestión o la rinoconjuntivitis. Estos problemas asociados al polvo son más frecuentes durante la fase de su producción, por lo que esta industria está considerada dentro de una actividad sometida a calificación ambiental (Fernández *et al.*, 2006).

8.6 Innovaciones y Mejoras del proceso

La mejora del color y la calidad del producto pueden lograrse automatizando procesos para minimizar errores humanos.

De las posibles pérdidas de color, las de pigmentos amarillo-anaranjados (β -caroteno) y ácido ascórbico son las más destacables frente a los pigmentos rojos. En el balance global, la adición de semillas reduce la coloración frente a la degradación que promueve su separación. La estabilidad del color mejora en la molienda en conjunto con el pericarpio y las semillas, debido a la alta temperatura de la molienda con la salida de aceite de las mismas, que cubre las partículas coloreadas.

Se ha obtenido una mayor estabilidad de los carotenoides (y una mayor vida comercial) del pimentón mediante la molienda del pimiento seco con aceite de semilla de girasol con alto contenido oleico, así como la adición de la propia semilla del pimiento (Fernández *et al.*, 2006).

Una posibilidad de proceso alternativo es almacenar la cáscara parcialmente deshidratada con una trituration y con sus semillas para mejorar la retención de los carotenoides y reducir el pardeamiento ($a_w < 0.3$ y en atmósfera de nitrógeno) hasta su procesado, por lo que retendrá mejor los carotenoides.

Los métodos tradicionales de secado están asociados con la proliferación microbiana y el deterioro de la calidad de la páprika. Tradicionalmente, ésta ha sido procesada por secado al sol de los pimientos rojos. Es un proceso largo que toma 10 días para llevar el contenido de humedad hasta el 9.9% (base húmeda) (Topuz *et al.*, 2011)

La páprika es susceptible a la proliferación de hongos, este proceso crea condiciones favorables para contaminaciones con micotoxinas. A fin de impedir la proliferación de hongos y mejorar la calidad de ésta, diferentes métodos de

secado han sido empleados. Siempre hay una tendencia hacia la mejora en los métodos de secado que requieran un consumo de energía bajo, que sean más rápidos, uniformes e higiénicos.

Un estudio postuló que un proceso de secado lento, según el tiempo y temperatura de secado, induciría la síntesis de los carotenoides rojos a partir de sus precursores de color amarillo, y el pigmento recién formado se asocia con la maduración incompleta de las vainas de la páprika (Topuz *et al.*, 2011).

Existen varias tecnologías para el secado del pimiento, entre ellas se encuentra la liofilización (FD), secado al horno (OD), secado natural convectivo (NCD).

Se han realizado varios estudios y el método tradicional (NCD), que utiliza rodajas de páprika, muestra tener las concentraciones más altas en la mayoría de los carotenoides rojos, amarillos y totales, y capsaicinoides. El aumento de los carotenoides podra atribuirse a un proceso de síntesis en el NCD, que es un proceso de secado lento a la temperatura ambiente (Topuz *et al.*, 2011).

8.7 Características de Calidad en la Páprika

Los principales características de calidad del pimentón dulce son su color, sabor (dulzor y ausencia de capsacinoides responsables de pungencia, rancidez), aroma, y contenido nutrimental (fundamentalmente carotenoides rojo-anaranjados con actividad provitamina A, β -caroteno y β -criptoxanteno, vitaminas C, E, y B6, ácidos grasos insaturados como el linoleico y el oleico esterificados que son el origen del aroma.

También son características de calidad; su humedad y la finura de su molienda, la ausencia de impurezas y residuos (pesticidas, metales pesados, nitratos y nitritos, de tratamientos de irradiación), micotoxinas y aflatoxinas. El contenido de flavonoides y derivados de ácidos fenólicos. Los carotenoides principales del

pimiento fresco son el capsanteno (60%), zeaxanteno (13%), β -caroteno y capsorrubeno (6% ambos), la mayoría esterificados con ácidos grasos.

Los hongos micotoxigénicos más importantes, aislados del pimiento, son *Penicillium expansum*, *Penicillium citrinum* y *Penicillium raistricki*. Se pueden aislar preferentemente hongos como *Aspergillus glaucus* y *A. restrictus*, pero también se encuentran con frecuencia *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. nomius* y *A. parasiticus*, de los cuales algunas cepas forman aflatoxinas. Puede encontrarse también ocratoxina A producida por los *A. ochraceus* o *A. carbonarius*. Se aconseja un secado con baja HR a 45-50 °C para evitar la proliferación de micotoxinas.

Entre las contaminaciones microbiológicas, destacan enterobacterias gram + de origen fecal, especialmente *Escherichia coli*. También son serios problemas *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y especies de *Salmonella* y microorganismos sulfitorreductores esporulados anaerobios (*Clostridium perfringens* sobre todo), aunque prácticamente están ausentes al esterilizarse las muestras.

Además de las esporas de los géneros *Bacillus* y *Clostridium*, pueden contener bacterias no esporuladas de los géneros *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* y otros. Igualmente pueden contener otros géneros fúngicos como *Rhizopus* y *Cladosporium*. Por lo tanto es necesaria una desinfección periódica contra plagas (Fernández *et al.*, 2006).

En cuanto a elementos minerales, el cociente $K/(Na+Ca+Mg)$ permite identificar los tipos y la calidad del pimentón. El potasio y calcio, son los cationes más diferenciadores de la tipología y de la calidad del pimentón, que además permiten detectar adulteraciones o incorporaciones fraudulentas. Los elementos aniónicos Nitrógeno y Fósforo, en cambio, no son útiles para la clasificación de su calidad.

El tratamiento térmico del pimentón persigue también inactivar actividades enzimáticas (peroxidasa, polifenoloxidasas y lipoxigenasa), que catalizan reacciones que deterioran el sabor, la pungencia, la intensidad y la estabilidad del color.

Las principales clases de volátiles aislados del pimentón, que contribuyen principalmente a su aroma son: los ésteres como el etil acetato, los aldehídos metilados ramificados (1,3- y 2,2-butanodiol, 2- y 3-metilbutanal, 2-metilpropanal), algunos ácidos como el acético, los fenoles (dimetoxifenol) y los carbonilos. También están presentes cetonas, aldehídos cíclicos y aromáticos, alcoholes, compuestos nitrogenados, hidrocarburos aromáticos, alquenos y alcanos (Fernández *et al.*, 2006).

9. OLEORRESINA DE PIMENTÓN O EXTRACTO DE PÁPRIKA

Las oleorresinas de especias son relativamente recientes y debido a los avances de la química han llegado a tener gran importancia en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética como colorante natural, saborizante y también como antioxidante (Arjona *et al.*, 2002).

En 1956 tras una serie de estudios y experiencias, se obtuvo de forma industrial la oleorresina de pimentón (Gómez *et al.*, 1990).

La oleorresina de pimentón (ORP) o extracto de páprika, es el extracto líquido graso de los frutos del género *Capsicum* (habitualmente *C. annum* o *C. frutescens*) maduros y secos, obtenida a partir de pimentón peletizado, contiene todos los componentes del pimentón y se presenta como un aceite de viscosidad media, con colores rojo violáceo oscuro, presenta el aroma típico del pimentón y es muy rico en carotenoides, según calidades, orígenes, genotipo de procedencia y método de extracción. La ORP contiene más de 100 compuestos (Arjona *et al.*, 2002; Fernández, 2007).

Las oleorresinas contienen un 14 % de material insaponificable, formado por esteroides, pigmentos e hidrocarburos y la fracción saponificable contiene glicéridos, ceras y fosfátidos (Arjona *et al.*, 2002).

De sus ventajas sobre otros extractos de colorantes destacan la uniformidad de aroma y color, su estabilidad, la facilidad de manejo en su almacenamiento y transporte, la ausencia de impurezas y la resistencia a alteraciones microbiológicas (Gómez *et al.*, 1990).

9.1 Proceso Clásico e Innovación en la Obtención de ORP

Esencialmente el proceso de extracción de oleorresina, implica concentrar la oleorresina del fruto del pimiento por evaporación del solvente. La oleorresina, siendo un producto natural es térmicamente sensible y el proceso debe diseñarse para reducir al mínimo la degradación térmica. (Arjona *et al.*, 2002)

Se inicia con la aplicación a la masa del pimentón de disolventes, obteniéndose la “miscela”, que es una disolución de aceite y colorantes de pimentón. Una vez filtrada y destilada la miscela, se obtiene la oleorresina bruta, que es sometida a centrifugación para que se obtengan los lodos y quede la oleorresina elaborada. Posteriormente suele ser sometida a diversas pruebas de control de calidad, en los que se atiende fundamentalmente, la intensidad de color, la pureza tanto de su aroma como de su sabor y a la detección de residuos tóxicos. (Gómez *et al.*, 1990)

La peletización del pimentón con granuladoras a partir del molturado¹ de cáscara seca para obtener el pelet constituye la materia prima para extraer ORP.

Las tecnologías clásicas de extracción de ORP utilizan disolventes orgánicos y con ésta pueden formularse ORP hidrosolubles. Igualmente pueden utilizarse fluidos supercríticos con o sin combinación de coadyuvantes, o con fraccionamiento, para obtener ORP u otros extractos de pimentón o de pimientos (Fernández, 2007).

9.2 Proceso Convencional

El proceso clásico de obtención de ORP se basa en extracción sólido-líquido (o lixiviación) del pelet de pimentón seco y molido mediante disolventes orgánicos. Como disolventes se han utilizado acetona, diclorometano, etanol, éter de petróleo, etil acetato, tricloroetileno, o hexano.

En la práctica predomina el hexano, pues el etanol al 95%, al ser polar requiere más tiempo de extracción (33-50 minutos), que el hexano (15 minutos), para los carotenoides y extrae otros compuestos indeseables. Una alternativa como el propano tiene incluso mayores riesgos de incendio o explosión que el hexano. La FDA (2006) de E.E.U.U. autoriza para ORP, además del hexano, el uso sólo o combinado de acetona, alcoholes (etanol, isopropílico, metanol), e incluso mono-, di- y tricloroetileno.

El peletizado del pimentón previo a la extracción con disolventes evita la formación de coloides, difíciles de separar en el proceso que pueden provocar la colmatación de filtros. La extracción de ORP se realiza en la oscuridad y puede ser continua en contracorriente (lo que requiere gran producción), o semicontinua, típica en producciones bajas o medias.

En la extracción semicontinua se utilizan cuatro extractores rotativos de 1,5-2 TM de pelet de pimentón, más la carga del disolvente. Tiene como inconveniente el excesivo uso de disolvente y el tiempo excesivo de proceso (3-4 h en la primera extracción, máximo 5 h, y unas 16-18 h de ciclo total del proceso). En 12 minutos puede extraerse en las condiciones industriales el 76% del color.

La extracción en continuo tiene mayores costos de instalación y utiliza extractores tipo De Smet o los de carrusel. La fase extracto contendría el disolvente, la ORP bruta, y lodos (ceras y lecitinas). La fase refinado contendría residuos de disolvente, restos de ORP no extraída (habitualmente menos del 4%), e inerte.

La harina se desolventiza¹ preferentemente en varias etapas mediante un desolventizador-tostador-secador-enfriador (DTSE) o un equipo equivalente. Sigue un flujo en una columna de bandejas desde arriba hacia abajo. El proceso consiste en la eliminación del disolvente de extracción mediante vapor indirecto a 100 °C. Aproximadamente el 75% de la energía se utiliza para evaporar el disolvente y el 25% para calentar la harina.

El destino final de la harina es habitualmente la alimentación animal. Las operaciones posteriores consisten en filtrar la miscela (20-30 min.) y destilarla. La concentración de la miscela se realiza en evaporadores a vacío (50-60 °C) con el fin de dejar 1-4% de residuo de disolvente. Posteriormente, se eliminan estos residuos de disolvente con vapor a 100 °C (15 a 30 min.), dejando la ORP lista para su depuración química,² que puede constar de:

- a) Adición de ácido acético al 1% (volúmenes 1:3) con agitación mecánica 0,5 h con un reposo de 2 h, y eliminación del residuo mediante lavado con agua.
- b) Adición de mezclas de ácido fosfórico, cítrico y trifosfato de sodio en soluciones al 10%, añadidas a la miscela en dosis de 1-2% v/v.
- c) Inyección de vapor de agua para hinchado y coagulación de mucílagos (fosfátidos y esteroides).
- d) Tras la depuración química se procede a una centrifugación para separar las impurezas, y a una dilución al color estándar de la ORP con aceite de girasol o soya (Fernández, 2007).

9.3 Rendimiento Total de Extracción (η_T) Convencional

El rendimiento de la ORP depende del color del pimentón original, y éste es muy variable según especies u otros factores. La ORP también se extrae a partir de *Capsicum* bien molido (no pimentón).

El η_T del proceso semicontinuo es del 96%. El η_T en peso de ORP es variable según cultivares, regiones e incluso estaciones. Hay un rendimiento de pigmentos

del 3-6% de ORP al extraer en laboratorio con acetona, etil acetato o hexano como disolventes (Fernández, 2007).

9.4 Conservación

La ORP se envasa en línea en contenedores de polietileno de alta densidad o metálicos (acero inoxidable, aluminio), estos últimos recubiertos internamente de resina epoxi-fenólica u otras. Las capacidades son variables (5, 10, 20, 25, 50, 200, 220 kg. etc.) La ORP se conserva en un ambiente fresco, seco, y con ausencia de luz, reduciendo de este modo la oxidación de los carotenoides. Sin aditivos, la ORP de 10 mg/kg. tiene una vida comercial de 12 meses (Fernández, 2007).

9.5 Otras Tecnologías y Derivados de ORP

9.5.1 ORP Hidrosoluble

Es aquella ORP pura a la que se adicionan agentes emulsionantes autorizados (tenso-activos usualmente no iónicos) para facilitar su disolución en agua u otros disolventes. Estos aditivos están regulados por la Directiva 89/107/CE ó la 2003/114/CE, (Unión Europea, 2006).

Para elaborar la ORP hidrosoluble existen patentes de secado por atomización con una adición previa de otros componentes a la ORP. Esta formulación tiene uso farmacéutico o nutracéutico en tabletas o grageas. Por ejemplo, puede obtenerse ORP hidrosoluble, mediante la adición de sacarosa, diacetato hexaisobutirato en una solución acuosa conteniendo un emulgente. Esta tecnología permite su uso para jugos y bebidas, productos farmacéuticos y de cosmética, encapsulación con gretina o preparación de carotenoides micronizados.

La ORP se ha propuesto también para su uso como agente hidrófobo en algunas patentes al ser generalmente reconocida como segura (GRAS), estar exenta de

certificación en E.E.U.U., y poder hacerse hidrosoluble y mantenerse estable con un material cristalino y líquido con una nanoestructura no laminar (Fernández, 2007).

9.5.2 Algunos aditivos para la ORP y utilización de la misma como aditivo

Se han desarrollado materias colorantes para alimentos a partir de ORP.

Para evitar la pérdida de color por radiación UV en ORP son efectivas las mezclas de α -tocoferol con extracto de romero (que contiene ácido rosmarínico). También son efectivos el extracto de té u otros flavonoides antioxidantes como la quercetina o la epigallocatequina-galato. Otros antioxidantes como etoxiquina no se utilizan al no estar autorizados en la UE. (Fernández, 2007)

9.5.3 ORP Microencapsulada

Esta tecnología protege la ORP de la luz, oxígeno y humedad que contribuyen a su oxidación. Se dispersa la ORP en una disolución de maltosa-dextrina DE-15, gelatina, goma arábiga y caseinato de sodio, y posteriormente un secado por atomización, resultando microcápsulas de 10-50 μm de diámetro. (Fernández, 2007)

9.6 Composición de la Oleoresina de Pimentón.

La composición de la ORP depende del fruto de origen, y a su vez depende del genotipo de la variedad, el estado de madurez del fruto, la situación del nodo¹ que lo soporta en la planta, el ambiente de crecimiento o de selección natural de las plantas, la interacción entre genotipo- ambiente, posibles situaciones estresantes, o las condiciones de extracción o conservación (Fernández, 2007).

9.6.1. Ácidos Grasos

Presenta principalmente componentes lipofílicos como mono, di y triglicéridos; ácidos grasos libres; pigmentos (carotenos con estructura hidrocarbonada o xantófilas con oxígeno); aceites esenciales; resinas ácidas y sus ésteres; terpenos

y productos de oxidación o polimerización de estos terpenos; ceras, esteroides vegetales, y en mayor o menor medida capsaicinoides. Otras vitaminas liposolubles son los tocoferoles con actividad vitamina E, principalmente el α -tocoferol, y en menor medida otros isómeros como β ó δ).

Una parte importante de estos compuestos liposolubles de la ORP proceden de la parte carnosa de los frutos y de las semillas del pimiento, que tienen actividad antioxidante. A pesar de que su actividad antioxidante se ha cuantificado *in vitro*, ha de comprobarse su efectividad como protectores de la salud *in vivo* o sobre los microorganismos de los alimentos.

Como antioxidantes lipofílicos en *C. frutescens* destacan los pigmentos carotenoides mayoritarios (zeaxanteno, capsanteno, capsorrubeno), y otros minoritarios con actividad provitamina A (β -caroteno, β -criptoxanteno). Otros compuestos antioxidantes son capsaicina, capsiato, dihidrocapsiato; α -tocoferoles; el ácido palmítico, cafeico, mirístico y pentadecanoico; el campesterol y el estigmasterol, la resina del ácido láurico, el mirceno, quercetina, terpinen-4-ol, la escopoletina, etc.

En *C. annuum* también existe eugenol, γ -terpineno y campfeno. Si la ORP se extrajese de pimiento o ají amarillo (ejemplo en Perú de *C. baccatum*), en ese caso tendríamos también luteína, y la proporción de carotenoides podría ser diferente. Si se extraen de pimentones o pimiento seco que conservase pigmentos clorofílicos (negrales), se obtienen clorofilas, ya que son solubles en los disolventes de extracción comerciales (Fernández, 2007).

Los ácidos poliinsaturados de extractos con hexano contienen 50% de ácidos grasos poliinsaturados, 11% de monoinsaturados, y 37% de saturados.

Las proporciones de saturación o insaturación, tipo de ácidos grasos y su proporción en la ORP varían según la proporción de pericarpio y semilla en la materia prima de partida, ya que la proporción de los ácidos grasos 18:2 es del

80% en semillas, y el pericarpio tiene en igual proporción 18:2 y 18:3 (60% en total).

La composición media de ácidos grasos en ORP depende del porcentaje de semilla añadida, con un 70% de linoleico. El resto de ácidos grasos (30-45% del total) son aproximadamente 9% palmítico, 7% linolénico, 2.5% esteárico y 9% oleico. En menor medida están presentes el laúrico (1-3%), mirístico (2 - 6%), y ocasionalmente heptadecanoico, palmitoleico y otros en proporciones inferiores al 1.5%.

Del 82% de lípidos neutros del pimiento fresco, también presentes aquí, predominan con un 73% los triglicéridos, aunque también están presentes esteroides solos o esterificados (6.7 y 2.8%), diglicéridos y monoglicéridos (6.9 y 2.1%) o ácidos grasos libres (5%). Los fosfolípidos y glicolípidos del pimiento fresco son minoritarios (2 y 16%) (Fernández, 2007).

9.6.2 Carotenoides

El rendimiento en carotenoides ($\eta_{\text{carotenoides}}$) en las ORP comerciales es de 2.7 - 6.6% (se extraen alrededor del 80% de pigmentos totales), con un 57% de rojizos, un 38% de amarillos y 5% de otros. En porcentaje sobre los carotenoides totales, el capsanteno y capsorrubeno (pigmentos rojizos) constituyen entre alrededor del $60 \pm 4\%$ y 6% , respectivamente. Los carotenoides de pigmentos amarillos son, β -criptoxanteno o zeaxanteno ($5.5 \pm 1\%$ y $11 \pm 2\%$ respectivamente) y violaxanteno (<4%). El color amarillo-anaranjado lo aporta el 8% del carotenoide hidrocarbonado.

Otros carotenoides minoritarios han sido identificados en ORP como los amarillos anteraxanteno, capsoluteina, cucurbixantina A, mutatoxanteno o neoxanteno, o los rojo claro como la criptocapsina. Igualmente es posible encontrar fitoflueno y ζ - caroteno que no absorben en el visible y por tanto son incoloros.

El capsanteno y el capsorrubeno están esterificados por ácidos grasos saturados de cadena corta como el laúrico (12:0) y el mirístico (14:0), mientras que las xantófilas amarillas lo están por ácidos grasos de cadena larga como oleico (18:1) y linoleico (18:2).

El color total de la ORP se mide al igual que el del pimentón en unidades ASTA según el método de la AOAC, subdividiéndose habitualmente entre la fracción rojiza y la amarillenta. La estructura de los carotenoides los hace fácilmente oxidables en presencia de oxígeno, tanto bajo condiciones pro-oxidantes en el proceso de alimentos, como con los radicales libres derivados de la peroxidación de los ácidos grasos, o en diluciones con aceites de alto contenido de ácido oleico o linoleico. De ello se deduce que una mejora de la estabilidad de la ORP puede ser la selección de variedades con perfiles de ácidos grasos que favorezcan su estabilidad, como por ejemplo mayor contenido en oleico (Fernández, 2007).

9.6.3 Capsaicinoides

El contenido de capsaicinoides de la ORP depende de la variedad de *Capsicum*. Algunos de los capsaicinoides (vanillilamidas) encontrados en la ORP son la capsaicina ó *E*-8-metil-*N*-vanillil-6-nonenamida (~70%), 6,7- dihidrocapsaicina (~20%), norhidrocapsaicina (~7%), homocapsaicina (~1%), monodihidrocapsaicina y otros siete más como la nonivamida (~1%).

En el *C. frutescens*, los capsaicinoides asumidos como mayoritarios son 60% de capsaicina y 28% de dihidrocapsaicina, con un 0.6 y 2.8% de homocapsaicina I y II, respectivamente. Sin embargo, en algunas variedades de *Capsicum*, la capsaicina y dihidrocapsaicina no son mayoritarios. Por ejemplo, en una variedad de *C. pubescens* predominó la nornornordihidrocapsaicina (3%), en otra de *C. chacoense* Hunz. la nordihidrocapsaicina (30%), y en dos de *C. pubescens* o un isómero la dihidrocapsaicina (42%) o la homodihidrocapsaicina (23%). El perfil de

capsaicinoides no es un buen indicador químico-taxonómico debido a su alta variabilidad (Fernández, 2007).

El sabor picante de la ORP se evalúa mediante el índice de Scoville o unidades Scoville propuesto en 1912, alcanzando valores entre 0 y más de 300,000 según el genotipo y el estado de madurez. En la ORP el sabor picante es proporcional a la concentración total de capsaicinoides con un factor de aproximadamente 15,000 unidades Scoville por mg de capsaicinoides totales (Fernández, 2007).

El 25% de la población humana ingiere chiles picantes diariamente, los cuales contienen capsaicina. Por ello es importante conocer si tiene un efecto farmacológico más allá del sabor de nuestra dieta. Los ésteres de capsaicina (capsiato, nordihidrocapsiato) descubiertos en Japón, mayoritarios en pimiento dulce, no producen sabores picantes debido a que el grupo vanillil y acil están unidos por un éster en vez de la amida de los capsaicinoides picantes.

9.6.4 Ácidos Grasos unidos a los Capsaicinoides

Los ácidos grasos unidos al grupo amida de los capsaicinoides de la ORP, se liberan en la forma de ésteres metílicos. Y de éstos destaca el 8- metilnonanoato de la dihidrocapsaicina y el E-8-metilnon-6-enoato de la capsaicina. La importancia de los dobles enlaces de las vanillamidas, depende del ácido graso al que se una la vanillamida, porque la actividad de la capsaicina puede verse reforzada. Por ejemplo; la del ácido oleico (olvanil) es más potente, mientras con el esteárico es inactiva (Fernández, 2007).

10.FACTORES QUE AFECTAN AL POLVO Y A LA OLEORRESINA DE PÁPRIKA.

La combinación de todas las operaciones industriales involucradas en la producción del pimentón y oleorresinas puede provocar destrucción de alguno de los componentes inicialmente presentes en el fruto afectando especialmente la

fracción en la que están contenido los carotenoides e influyendo de alguna forma en la calidad final del pimentón y su oleorresina (Arjona *et al.*, 2002).

La calidad de la páprika se evalúa usando la intensidad del color rojo como un criterio primario. El color de la páprika se caracteriza por una mezcla de amarillo y enrojecimiento debido a la presencia de carotenoides. (Topuz *et al.*, 2011).

En todas las variedades pueden estar presentes los mismos carotenoides, solo difieren en el contenido total de pigmentos, en los porcentajes relativos y en el cociente carotenoides rojos / carotenoides amarillos (Arjona *et al.*, 2002). El color atractivo rojo-anaranjado de la páprika se debe principalmente a la presencia de ceto-carotenoides, llamados capsorrubina y capsantina. Comprenden del 70-80% del contenido total de carotenoides de la páprika (Topuz, 2007).

El color amarillo en los carotenoides se debe a la violaxantina, capsantina 5,6 - epóxido, zeaxantina, anteraxantina, luteína, β -criptoxantina y β -caroteno. Todos ellos están presentes en el cloroplasto de la pimienta roja y parcialmente esterificado con ácidos grasos (Topuz, 2007; Topuz *et al.*, 2011).

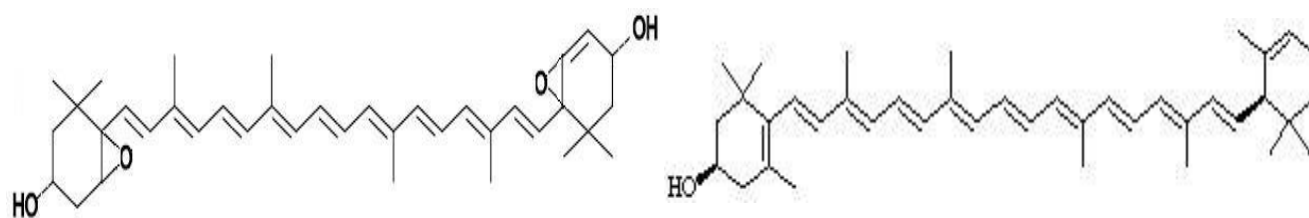


Figura 5. Estructura molecular de la Violaxantina y Criptoxantina, respectivamente. (Giraldo, 2009)

El deterioro del color de la páprika en polvo durante el almacenamiento (*Capsicum annum L.*) es un grave problema en muchas empresas. Esta degradación es atribuible a muchos factores por ejemplo la variedad del pimiento, contenido de humedad, la etapa de madurez a la cosecha y el estado de los frutos secos antes de la molienda (Biacs, 1992).

En un intento de controlar la pérdida de polvo del pimiento durante el almacenamiento, añaden semillas de tierra en porcentajes diferentes. Parece que una aplicación de la semilla molida reduce la degradación oxidativa de los pigmentos del pimiento. No se ha observado diferencia en la pérdida de color entre las muestras que contienen las semillas para un almacenamiento de 5 meses, pero en la del almacenamiento de 7 meses, la muestra que contiene la semilla perdió su color a un nivel más bajo que las muestras sin semillas (Biacs, 1992).

El color también se ve afectado por la degradación de los carotenoides y a las reacciones de pardeamiento no enzimáticas. Estas reacciones de degradación se aceleran a temperaturas y actividades de agua (a_w) altas, puesto que las moléculas de agua cubren el sitio activo del sólido seco frente a la oxidación como una película protectora, un cierto contenido de humedad puede ser necesario en la páprika para la estabilidad de los carotenoides.

El efecto de la decoloración del a_w sobre la páprika puede ser causada por la hidrólisis del éster del ácido graso. La degradación del color también puede ser causada por las reacciones de pardeamiento no enzimático, que están estrechamente relacionadas con la actividad de agua. Ambas reacciones se aceleran en a_w elevadas.

La actividad de agua de la páprika varía con el procesamiento industrial y durante el almacenamiento, y tiene un efecto considerable en el color de la páprika. En general, las muestras con un elevado a_w presentan una degradación de color más evidente en un corto tiempo de procesamiento. Las muestras con un bajo a_w presentan un cambio de color menor y más estable (Topuz, 2007).

De todas las especias, la páprika tiene uno de los más bajos potenciales redox y se ha demostrado que posee propiedades antioxidantes. Sin embargo, durante el procesamiento y almacenamiento de la páprika, la concentración de compuestos

antioxidantes cae sustancialmente debido a los procesos oxidativos. Esto resulta en una gran pérdida de color y una disminución en la calidad de la especia. Por esta razón, es interesante adicionar a la páprika antioxidantes naturales exógenos, con el fin de evitar su rápida decoloración (Gómez *et al.*, 2008).

Entre los antioxidantes naturales se ha encontrado que los más eficaces pueden ser el tocoferol y el ácido ascórbico. El ácido ascórbico es más eficaz en comparación con el tocoferol, particularmente cuando el contenido de agua es relativamente alto, la disminución rápida de su concentración se espera en las etapas finales de maduración. La acción de tocoferol se observa en el momento cuando el pimiento perdió aproximadamente el 35% de su contenido de agua, lo que indica que los antioxidantes solubles en grasa actúan eficazmente cuando la fracción de lípidos está expuesta directamente a los agentes oxidantes (Biacs, 1992).

El ácido ascórbico y los tocoferoles pueden contribuir eficazmente a la protección del color bajo diversas condiciones de almacenamiento. Estudios muestran que con ambos antioxidantes el contenido de los carotenoides fue decreciendo ligeramente durante un almacenamiento de 5 meses, revelando la alta potencia de los antioxidantes de origen natural (Biacs, 1992).

El polvo de páprika producida a partir de diferentes cultivos mostró una estabilidad de color diferente cuando se almacena en las mismas condiciones. La estabilidad del polvo de la páprika caliente es mejor a comparación con la de los pigmentos de la páprika dulces, muy probablemente se deba a su mayor contenido de antioxidante (Biacs, 1992).

Una mayor protección de los pigmentos se podra lograr a temperatura de refrigeración dado que la formación de radicales libres también se reduce.

La adición de semillas brinda una mayor protección al color de la páprika e inhibe la oxidación de los carotenoides, como se indica en los siguientes puntos:

1. Las semillas del pimiento contienen un antioxidante eficaz, por ejemplo, γ -tocoferol, que inhibe la oxidación de los carotenoides rojos especialmente durante la primera etapa de almacenamiento.
2. Después de la molienda, el aceite de las semillas que se difunde rodea la mayor parte de las partículas del polvo de la páprika, de modo que puede proteger los pigmentos del agente oxidante circundante y mejorar la apariencia visual de los productos.
3. La adición excesiva de semillas es una ventaja en la degradación oxidativa de los pigmentos de color rojo que se ve facilitada a través de un acoplamiento de oxidación automática y catalizada por enzimas de ácidos grasos poliinsaturados procedentes principalmente de las semillas (Biacs, 1992).

La contaminación microbiológica de la páprika es otro de los factores que pueden influir en la pérdida del color rojo en los productos cárnicos, especialmente las especies de bacterias del género *Lactobacillus* puede reducir los compuestos del colorante (Gómez *et al.*, 2008).

En su ambiente natural los pigmentos de los carotenoides son notablemente estables, pero cuando son sometidos a proceso de trituración, molienda, calor o cuando los carotenoides son extraídos con aceite o solventes orgánicos se vuelven mucho más lábiles. Además, aún cuando el calor incrementa la velocidad de todas las reacciones, las reacciones termo-oxidativas son mucho más efectivas en la degradación de carotenoides.

El gran número de dobles enlaces que contiene las moléculas de los carotenoides motiva la inestabilidad que caracteriza a estos pigmentos. Este alto grado de insaturación hace que sean particularmente sensibles a la luz, al calor, y al oxígeno. Son fácilmente destruidos con la formación de productos incoloros, por

acción de la concentración de ácidos, debido a que no son estables a una acidez o a un pH que no sean normales biológicamente normales donde se forman las moléculas. Son estables en medios alcalinos y en los disolventes orgánicos.

La causa principal del deterioro de los carotenoides es la oxigenación, esto es más severo una vez que se destruye la integridad celular. El alcance de la destrucción del color, en gran parte, depende de la presencia de oxidantes, fundamentalmente del oxígeno molecular, generando cantidad suficiente de energía para que la reacción de degradación tenga lugar. La energía se suministra en forma de luz o de calor.

Durante el almacenamiento y procesamiento del alimento, el tipo de pre-tratamiento y la temperatura a la que ellos están sujetos son particularmente significativos en la determinación de la estabilidad del producto final. Por esta razón los procesos de secado fabricación y extracción de la oleoresina de pimentón deben estar eventualmente resueltos para evitar las pérdidas de color y conservar en forma más natural estos pigmentos (Arjona *et al.*, 2002).

11. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA PÁPRIKA

Dentro de los parámetros para determinar la calidad y el valor comercial de la páprika se encuentra la medición del color en grados ASTA (*American Spice Trade Association*), que expresa el contenido total de carotenoides, (capacidad de coloración total) un factor importante en el aspecto comercial junto con el rendimiento en la producción agroindustrial (Giraldo *et al.*, 2009).

Se puede determinar por diversos métodos. Los métodos más aceptados son el Standard MSD- 10 propuesto por The Mayonnaise and Salad Dressing Institute, el método ASTA 20-1 propuesto por la American Spice Trade Association, el método Standard EOA de la Essential Oils Association, y por último el método tradicional (Guenter, 1948). Ambos dan una evaluación rápida del color, absorbancias a una

longitud de onda determinada, en una solución de la oleorresina con acetona (Mínguez *et al.*, 1998; Arjona *et al.*, 2002).

El valor de color es un intento de interpretar la relación de pigmentos rojos y amarillos de la muestra. Esta determinación no evalúa la relación real entre pigmentos rojos y amarillos, ni es un parámetro distintivo, es decir, en la mayoría de los casos no permite distinguir las oleorresinas una de la otra (Mínguez *et al.*, 1998).

Las diferencias en la estabilidad del color pueden ser debidas a las distintas condiciones en los procesos de fabricación. No debe ignorarse tampoco las variedades de pimiento, grado de maduración de los frutos al recolectarse, temperatura de deshidratación de los mismos y contenido en antioxidantes naturales y otros factores.

El rendimiento es un factor significativo a tener en cuenta en el aspecto agroindustrial con la finalidad de cultivar variedades de pimiento con buen rendimiento en la obtención de oleorresinas (Arjona *et al.*, 2002).

El grado de pungencia es otro parámetro de calidad del pimentón. El grupo de componentes picantes peculiar para los frutos de las plantas de *Capsicum* se llama capsaicinoides. Son vanillamidas ramificadas con ácidos grasos, de 9-11 átomos de carbono, de los que la capsaicina (vanillilamida de ácido 8-metilnonatrans-6-enoico) y dihidrocapsaicina (vanillilamida de ácido 8-metilnonanoico) se producen en mayores cantidades de hasta un 80%. Los derivados restantes se encuentran en pequeñas cantidades.

12. BENEFICIOS DEL CONSUMO DE LA PÁPRIKA

Desde un punto de vista nutrimental, desempeñan un papel importante en la salud humana como antioxidantes, ayudan en la prevención del cáncer, enfermedades





cardiovasculares, cataratas, enfermedades relacionadas con la función bajo-inmune, y otras enfermedades degenerativas. Además, de todos los carotenoides presentes en la páprika, solamente el β -caroteno y la β -criptoxantina tienen también actividad de vitamina A.

Los capsaicinoides tienen propiedades fisiológicas y farmacológicas, por lo cual pueden ser utilizados en el tratamiento artritis, cistitis, y el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), entre otros. Aunque se utiliza con bajos niveles en la dieta, disminuyen los niveles de colesterol de miocardio y aórtica. También se ha informado de que tienen efectos antioxidantes y antibacteriales en un cierto grupo de bacterias (Topuz *et al.*, 2011).

La capsaicina tiene un importante efecto antioxidante, mientras más grande sea el contenido de frutos de pimiento, mayor es el efecto antioxidante (Revilla *et al.*, 2005).

En la cascula reside la riqueza de pigmentos carotenoides, de ahí que la intensidad de color y el precio del producto final, está en función de que se consiga una adecuada selección de la cascula, eliminando la mayor proporción posible de semillas y pedúnculo (Gómez *et al.*, 1990).

13. ESPECIFICACIONES Y USOS

Nombre	Características	Uso	Coloración	Imagen
Seca entera para mesa	Buen tamaño (10-12 cm) y buena apariencia. Humedad máxima relativa:12%	Consumo directo	No se requiere nivel de ASTA ¹ específico.	
Seca prensada	Entero Humedad máxima relativa:12%	Sirve de materia prima en el procesamiento de páprika molida	De 110 a 350 u ASTA. (Depende del uso una vez molido)	 
Polvo molido	Humedad máxima relativa:12%	Como saborizante y oleorresina	Como saborizante de 110 a 200 unidades ASTA Como Oleorresina de + 250 unidades ASTA	

El cultivo de páprika en el mundo está en aumento gracias a la gran cantidad de uso como producto natural. En general se usa como condimento por su bajo contenido de colesterol y de sodio. En la industria alimentaria como colorante natural de embutidos, da sabor a salsas, saborizante en comidas rápidas y medianamente molidas en pizzas.

Oleorresinas se usa como colorante natural.



(Ministerio de agricultura, 2006)

13.1 Aplicaciones del polvo de páprika

Es clasificado comercialmente de acuerdo con su acritud en tres diferentes categorías:

- Caliente (picante)
- Dulce (dulce)
- Intermedio (agridulce)

Las diferencias en la pungencia est n relacionadas con los diversos procesos de bioquímica implicados en la formación de la páprika. El análisis de composición muestra que el mayor contenido de capsaicina está en la páprika picante (Revilla *et al.*, 2005).

El comercio y el uso de especias de páprika en polvo han aumentando rápidamente. El polvo se utiliza principalmente como colorante, con la finalidad de que los productos obtenidos tengan una mayor aceptación por parte de los consumidores.

Debido a su capacidad colorante, y en algunos casos su peculiar sabor picante, se utiliza para modificar el color y el sabor de sopas, guisos, salchicha, queso, bocadillos, aderezos para ensaladas, salsas, pizzas y productos de pastelería (Kannan, 2009; Topuz *et al.*, 2011).

El uso de colorantes para evitar transformaciones de color en los productos de carne es una práctica común. Entre tales compuestos, la páprika es de los más comúnmente usados dentro de los productos cárnicos. Las modificaciones de color del producto con respecto a la carne original afectan directamente la calidad y aceptabilidad del alimento, debido a que el color es probablemente la característica más influyente de los productos cárnicos.

La Páprika es una de las especias más importantes que se utilizan en la fabricación de chorizo, el cual es un embutido seco fermentado ampliamente consumido en España y en México, debido a su color, aroma y sabor.

Algunos embutidos secos fabricados en el noroeste de España por ejemplo el chorizo, se caracterizan por su alto contenido de páprika en comparación con otros embutidos secos. El tipo de páprika utilizado en este caso es el agridulce con un porcentaje alto de páprika picante, pero ello dependerá de la preferencia de los consumidores hacia productos picantes.

Las diferencias de contenido y composición del pimentón podran afectar el proceso de oxidación y de curado durante el proceso, incluyendo las características de color y textura. Se sabe que disminuye la rancidez de los embutidos secos debido a su contenido de flavonoides, capsaicinoides, carotenoides y tocoferoles. Estos efectos sobre las propiedades organolépticas, objetivamente determinado, podra ser una eficaz manera de medir las diferencias respecto a otros productos similares con el fin de establecer una calidad (Revilla *et al.*, 2005).

Un mayor contenido de páprika, especialmente del tipo picante, acelera el proceso de maduración de los embutidos secos, probablemente por la promoción de crecimiento de bacterias acido lácticas. Esto conduce a una rápida cada en el pH y un desarrollo más rápido para una textura óptima. Asimismo, protege el material de la oxidación de lípidos. Esto se debe a una mayor presencia de carotenoides y de la capsaicina, ambos con potencial antioxidante.

Los productos fabricados con una alta proporción de páprika picante, también da una mejor coloración, la cual se mantiene más estable con el tiempo. Se debe hacer una investigación para establecer el efecto de las dosis y los tipos de páprika en el desarrollo de la microbiota y los cambios en los diferentes carotenoides durante el proceso de fermentación. (Revilla *et al.*, 2005).

Desafortunadamente, el alto contenido de capsaicina de la páprika picante limita su uso a gran escala como colorante alimenticio, particularmente en los países europeos donde las especias picantes no se utilizan comúnmente en las dietas (Biacs, 1992).

En embutidos es importante un contenido reducido de nitritos y nitratos, pues las dosis máximas residuales en el embutido final en México son 156 y 400 ppm, respectivamente (Fernández *et al.*, 2006).

En general la adición de páprika confiere enrojecimiento a estos productos debido a su alto contenido de carotenoides, también aporta características de sabor y gusto, que las distingue de otros productos.

El uso de la páprika con un alto contenido de carotenoides, sometido a un tratamiento de pasteurización y añadiéndole antioxidantes naturales como el extracto de romero, ayudara a resolver muchos de los problemas asociados con la pérdida de enrojecimiento en los productos cárnicos, ya que retiene estos pigmentos durante un prolongado almacenamiento.

El resultado de usar páprika será:

- a) Un mayor enrojecimiento en los productos cárnicos
- b) Un aumento en la vida útil de estos productos debido al aumento de la preservación del color.
- c) Mejora la imagen de la empresa, debido a que se percibe una alta calidad del producto ofrecido (Gómez *et al.*, 2008).

Además de colorante, también se utiliza para la condimentaci n y guarnición de huevos, queso, carnes, productos del mar, ensaladas, etc. La importancia comercial de la páprika, como especia y vegetal, con una cultivaci n a gran escala en regiones tanto tropicales y sub-tropicales está aumentando a un ritmo rápido (Kannan, 2009).

13.2 Aplicaciones de la ORP u otros Extractos del Proceso

La ORP encuentra aplicación en alimentos como productos cárnicos (embutidos fundamentalmente a dosis tan bajas como 0.06 a 0.08% para el caso de ORP picante), aperitivos, sopas, salsas, bebidas, productos de panadería o platos preparados precocinados.

El uso de la oleorresina como una alternativa a las especias crudas y agente de colorantes naturales para la carne es bien conocido. La oleorresina de pimentón contiene una alta cantidad de carotenoides, que representan el patrón de pigmento de pimiento rojo (*Capsicum annuum L.*).

Con ORP se formulan comercialmente cervezas especiadas para restaurantes mexicanos en E.E.U.U.

En Leticia (Amazonas, Colombia), se ha iniciado la implementación de tecnologías para la elaboración a escala semi-industrial de derivados de aj  cultivado por indígenas y colonos (15 accesiones de tres especies diferentes), tales como las salsas picantes, encurtidos de aj , o deshidratados en polvo.

Existen varias patentes recientes en las cuales aparece el uso de ORP como aditivo en la formulación de alimentos funcionales o similares como:

- a) Colorante para formular alimentos enriquecidos en ácidos grasos omega-3 en dosis de 0.01 a 2%. También existen patentes en que la ORP se utiliza, para obtener colorantes junto con carotenoides, cúrcuma, extracto de remolacha, bixina, norbixina, azafrán, etc., así como con pectinas de diferentes fuentes y alto grado de acetilación.
- b) Aditivo en caramelos masticables con suplemento de calcio en forma de sal de fosfato.
- c) Componente de bebidas que pueden cambiar de color o en mezclas de microemulsiones aromatizadas de aceite en vinagre concentradas
- d) Componente de una mezcla (ORP con 100.000 unidades de color al 0.35%) utilizada para prevenir o reducir la formación de acrilamida o sus precursores durante la cocción, procesado, calentamiento o almacenamiento de los alimentos.
- e) Mejora la coloración de la yema del huevo de gallinas (Fernández, 2007).

Se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como un ingrediente de color para salsas, sopas o comidas a base de carne.

El precio de una oleorresina de páprika de 2500 unidades ASTA es de aproximadamente USA \$ 30.00 por kg, mientras que su costo de fabricaci3n es de aproximadamente USA \$ 15.0'0, este costo referencial es partiendo de la compra de páprika a intermediarios (ALNICOLSA del Perú, 2012).

Como con cualquier otra especia o sabor, la oleorresina de piment3n es reconocida por su uso pero tiene un auto-limitante, por razones tecnol3gicas y organol3pticas; niveles demasiado altos pueden repercutir negativamente en el equilibrio del perfil de sabor en el producto (Yusop *et al.*, 2012).

Entre las ventajas que presenta este producto con respecto al pimentón en su forma tradicional podemos destacar como importantes la estabilidad del color, ausencia de contaminaciones microbiológicas y ataque de insectos, fácil dosificación, transporte y almacenamiento (Arjona *et al.*, 2002).

14. CONCLUSIONES

La páprika o pimentón es el producto que se obtiene de la molienda de las diferentes variedades del pimiento. Es utilizado en la Industria Alimentaria como colorante natural y condimento. Se encuentra principalmente en España, algunas partes de Europa y Asa. La encontramos en forma de polvo o de oleorresina, ambas tienen aplicación en la Industria.

Su proceso de obtención consta principalmente Secado, Cortado, Trituración y Envasado. Se debe de tener un mayor cuidado durante el secado del pimiento ya que ocurre una reducción de los carotenoides. Una forma de contrarrestar esta pérdida de color es adicionando semillas del propio pimentón o semillas de girasol antes de la molienda.

El color rojo que la distingue se debe principalmente a la capsorrubina y capsantina. El color amarillo se debe a la violaxantina, β -caroteno y β -criptoxantina. Los factores que afectan su estabilidad del color son la luz, Temperatura, aw y el oxígeno. Por esto debe mantenerse en temperaturas bajas. No exponerlo al oxígeno para así evitar la degradación de los carotenoides y evitar la pérdida del color.

El uso principal del polvo de Páprika y su oleorresina es como colorante y en algunos productos modifica el sabor debido a su pungencia. Aunque son sensibles a la oxidación, la ORP es relativamente estable al calor y no se ve afectada por cambios de pH. Se utiliza en varios productos, por ejemplo: Productos cárnicos, principalmente en embutidos, Productos lácteos: queso y mantequilla, sopas, salsas preparadas, aderezos, bebidas y productos de panificación.

La Oleorresina de Páprika se utiliza principalmente en Estados Unidos en la elaboración de cervezas especiadas, en Colombia para la elaboración de salsas picantes, encurtidos de ají, o deshidratados en polvo. Otro de sus usos es la mejora del color de la yema del huevo.

La industria en el que es ampliamente utilizada es en la cárnica, principalmente en embutidos, al aportar una mejor coloración y mantenerla estable por un mayor tiempo; por lo tanto, aumenta su vida útil, acelera el proceso de maduración de los embutidos secos y protege de la oxidación de lípidos debido a su potencial antioxidante.

Se recomienda tener un especial cuidado en los niveles de uso, debido a que un exceso de ésta puede repercutir negativamente en el sabor del producto.

Gracias a la capsaicina y los capsaicinoides, el pimentón desempeña una función muy importante como antioxidante, ayuda prevenir enfermedades como el cáncer, y enfermedades relacionadas con la función bajo-inmune, además de otras enfermedades degenerativas.

El valor de estos productos y de aquellos que contienen carotenoides está condicionado no solo a las características conferidas por la especia, sino también por su importancia biológica y fisiológica en la alimentación, debido a que algunos de los pigmentos son de naturaleza pro-vitamínica y pueden transformarse en vitamina A durante la digestión.

15. BIBLIOGRAFÍA

- ALNICOLSA del Perú S.A.C., 2012. *Producción de Oleorresina de Páprika*. [En Línea] (Actualizado al 11 de Diciembre de 2012). Disponible en: <http://taninos.tripod.com/proyectooleorresina.htm> [Último acceso el 11 de Diciembre de 2012]
- Arjona, M., Amaya, S., Iriarte, A., García, V., Carabajal, D., Sosa, B., 2002. Efecto del Sistema en el color y rendimiento de la Oleorresina de Pimentón en la variedad *Capsicum annum* trompa de elefante. En Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. (2002, Catamarca). Producciones Científicas. Catamarca, Argentina, Secretaria de Ciencia y Tecnología, 2002, pp. 1-10
- Biacs, P., Czinkotai, B., Hoschke, A., 1992. Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (3), pp. 363-367.
- Duran, L. 2001. Aditivos naturales. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, Arbor CLXVIII (661), pp. 87-107
- Fernández, J.P. 2007. Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. *Grasas y Aceites*, 58(3), pp. 252-263
- Fernández, J.P., 2007. Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. *Grasas y Aceites*, 58 (3), pp. 252-263.
- Fernández, J.P., Escarabajal, D., 2006. El proceso tradicional de elaboración del pimentón de Murcia y sus posibles innovaciones. *Grasas y Aceites*, 57 (4), pp. 433-442.
- Giraldo, F.J., Gil, M.A., Alzate, L.M., Restrepo, A.M., Millán, L., Ordóñez, A.F., Restrepo, C.E., 2009. Comparación de métodos de extracción de oleorresina de Páprika (*Capsicum annum* L.) convencionales con una tecnología amigable al medio ambiente. *Producción + Limpia*, 4(1), pp. 17-25.

- Gómez, J.M, Gil, E., 1990. Tradición y Cambio en la industrialización del Pimentón en España. *Papeles de Geografía*, (16), pp. 173-190
- Gómez, R., Alvarez-Orti, M., Pardo, J.E., 2008. Influence of the paprika type on redness loss in red line meat products. *Meat Science*, 80, pp. 823-828.
- Horvath, Z., Hodur, C., 2011. Analysis of Colour Characteristics of Paprika powder with different oil content. *Journal of Engineering*, 9(2), pp. 113-116
- Kannan, K., Jawaharlal, M., Prabhu, M., 2009. Correlation studies in Paprika (*Capsicum annum VA. Longum*) cv.KtPI-19. *Agricultural Science Digest*, 29 (3), pp.186-189.
- Long Sing, O., 1997. *Colorantes Naturales*. Lima, Perú: Fondo Natural de la Pontificia, pp. 1-4, 45, 46, 63.
- Luque, M.A., 2009. Buen Provecho con los términos gastronómicos. *El honor de la palabra*, 20, pp. 72.
- Márquez, E., García, Y., 2007. Colorantes naturales de origen vegetal. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 17(1), pp. 68-74.
- Mínguez M.I., Pérez, A., y Hornero, D., 2006. Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples colorantes naturales. AGROCSIC. pp. 1-7
- Mínguez, M.I., Pérez, A., 1998. Color Quality in Paprika Oleoresins. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 46 (12), pp. 5124-5127.
- Ministerio de Agricultura. Perfil del Pimiento Páprika (Lima, 2006).
- Park, J., Kim, S., Moon, B., 2011. Changes in Carotenoids, Ascorbic Acids, and Quality Characteristics by the Pickling of Paprika (*Capsicum annum L.*) Cultivated in Korea. *Journal of Food Science*, 76(7), pp. 1075 – 1080.
- Pereira, C., Aranda, E., Córdoba, M., Bartolomé, T., Estudio del Papel Antioxidante del Pimentón de la Vera. En su: *La Agricultura y la Ganadería Extremeñas*. España, 2010. pp. 165-178.
- Restrepo, M., 2006. Oleorresinas de Capsicum en la Industria Alimentaria. *Lasallista de investigación*, 3(002), pp. 43-47.
- Restrepo, M., 2007. Sustitución de colorantes en alimentos. *Lasallista de investigación*, 4(1), pp. 35-39.

- Revilla, I., Vivar, A.M., 2005. The effect of different paprika types on the ripening process and quality of dry sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, pp. 411-417.
- Tafoya, A. y García, F., 2004. Colorantes En: García M., ed. *Biotechnología alimentaria*. México, D.F.: Editorial Limusa, pp. 479-497.
- Topuz, A., 2007. A novel approach for color degradation Kinetics of paprika as a function of water activity. *Food Science and Technology*, 41, pp. 1672-1677.
- Topuz, A., Dincer, C., Sultan, K., Feng, H., Kushad, M., 2011. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). *Food Chemistry*, 129, pp. 860-865.
- Yusop, S.M, O'Sullivan, M.G., Preuß, M., Weber, H., Kerry, J.F., Kerry, J.P., 2012. Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat. *Food Science and Technology*, 46, pp. 349-355.