



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

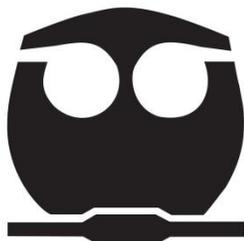
**Extracción del colorante de Cúrcuma a partir de la raíz de
Cúrcuma longa y su uso en la industria alimentaria**

Trabajo escrito vía cursos de educación continuá

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

Gisela Marina Castillo Violante



MÉXICO, D.F.

AÑO 2014



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. MARCOS FRANCISCO BÁEZ HERNÁNDEZ

VOCAL: Q.F.B. AGUSTÍN REYO HERRERA

SECRETARIO: Q.F.B. RODOLFO FONSECA LARIOS

1er. SUPLENTE: M. en I. EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO

2do. SUPLENTE: I.Q. JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA
FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM. EDIFICIO D**

ASESOR DEL TEMA:

RODOLFO FONSECA LARIOS

SUSTENTANTE:

GI SELA MARINA CASTILLO VIOLANTE

Índice	Página
1. Introducción-----	5
2. Objetivo general-----	7
3. Objetivos particulares-----	7
4. Desarrollo del tema-----	8
4.1 Definición de colorante-----	8
4.2 Clasificación-----	10
4.3 Colorantes sintéticos-----	11
4.4 Colorantes naturales-----	12
4.5 Tendencias de colorantes en el mercado-----	16
5. Cúrcuma-----	19
5.1 Características-----	19
5.2 Tratamiento-----	22
5.2.1 Curado-----	22
5.2.2 Secado-----	24
5.2.3 Pulido-----	25
5.3 Composición química de la cúrcuma-----	28
5.4 Curcumina-----	30
5.4.1 Curcuminoides-----	31
5.4.3 Fabricación del colorante de cúrcuma-----	31
5.4.4 Uso de la cúrcuma y sus extractos-----	32
5.5 Aceite esencial-----	33
5.5.1 Método de producción-----	33
5.5.2 Destilación por arrastre de vapor-----	33

5.5.3 Propiedades del aceite de cúrcuma-----	34
5.5.4 Composición-----	34
5.6 Oleorresina de cúrcuma-----	36
5.6.1 Proceso de fabricación-----	37
5.6.2 Factores que afectan a la eficacia de la extracción-----	38
5.6.2.1 Tamaño de partícula-----	38
5.6.2.2 Medio de extracción-----	39
5.6.2.3 Temperatura de extracción-----	40
5.6.3 Propiedades de la oleorresina de cúrcuma-----	41
5.6.4 Microencapsulación de oleorresina-----	42
5.7 La cúrcuma y sus aplicaciones en alimentos-----	43
5.8 Como antioxidante en alimentos-----	45
5.9 La cúrcuma como especia y saborizante-----	46
5.10 mercado de la curcuma-----	47
5.10.1 Los productos comerciales-----	47
5.11 Las oportunidades de mercado-----	48
5.12 Producción-----	49
5.13 Aplicaciones-----	53
6. Conclusiones-----	54
7. Bibliografía-----	56

1. Introducción

Vivimos en un mundo lleno de color, en los paisajes, las plantas, los animales, en nosotros mismos. El color representa una parte esencial en el desarrollo del hombre, en sus diversas manifestaciones sociales, culturales, ambientales, etc. El color se basa en una serie de procesos físicos, químicos, fisiológicos y psicológicos (Zollinger, 1978).

Las sensaciones que percibe el hombre cuando observa un objeto en particular las asocia con las cosas que lo rodean, esto es especialmente evidente en el área alimentaria, donde la relación entre el color y el sabor son muy importantes para que el consumidor adquiera un producto ya que con el hecho de verlo lo sustituirá por otro si no cumple con las propias "normas de calidad" del consumidor, como el no tener un color homogéneo y consistente, por lo que se busca siempre una apariencia natural (Newsome, 1986).

Actualmente existe un gran interés en limitar el uso de colorantes sintéticos utilizando en su lugar colorantes naturales. Esto es debido a las disposiciones emitidas por la Food & Drug Administration (FDA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de Norteamérica. La situación actualmente es crítica, debido a que existe en el mundo gran desconfianza en cuanto a la completa inocuidad de los colorantes sintéticos, por lo que la Food & Drug Administration (FDA) constantemente realiza estudios y el número de colorantes sintéticos que pueden aplicarse en bebidas y alimentos van disminuyendo en forma continua. Una razón por la cual se prefieren los colorantes naturales es que son de menor toxicidad que los colorantes sintéticos en una misma dosis, concentración y metabolismo humano. Debido a esto se han intensificado los estudios orientados a utilizar colorantes naturales, como posible colorantes alimenticios.

- Sintético: Obtenido por una síntesis química, que reproduce la composición y propiedades de un material natural.
- Artificial: Hecho por mano o arte del hombre, no natural, falso, producido por el ingenio humano.

(Real Academia de la lengua Española, 2014)

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 de color.
- Ayudar a proteger el sabor y las vitaminas sensibles al calor durante su empaque, por un defecto de exposición al sol.
- Ayuda a preservar la identidad o carácter por la cual los alimentos son reconocidos.
- Como indicativo visual de la calidad del producto.

(Newsome, 1986)

La adición de colorantes a los alimentos para hacerlos más atractivos no es una invención reciente. Los extractos de especies y vegetales han sido usados probablemente desde hace 3000 años. .

Un ejemplo es la cúrcuma que es un polvo amarillo-naranja que proviene de los rizomas de la *Cúrcuma longa*, planta de la familia Zingiberaceae. Esta especia con sutil sabor se obtiene a partir de los rizomas secos. Además de ser un ingrediente importante, la cúrcuma en polvo se utiliza como agente colorante de alimentos y también como colorante natural (FAO, 1995). El origen de la planta se originó desde el sureste de Asia, probablemente en la India. La planta se cultiva en todas las regiones de la India. En la India se produce la mayor parte de la oferta mundial, pero la cúrcuma se cultiva también en el sur de China, Taiwán, Japón, Birmania e Indonesia, así como en todo el continente africano. El material disponible en el mercado (es decir, la cúrcuma en polvo), se obtiene principalmente de la India y en cierta medida de otros países de Asia sudoriental (Muruganathi et al., 2008).

2. Objetivo general

- El presente trabajo tiene como fin exponer los métodos de extracción del colorante de cúrcuma a partir de la raíz de *Curcuma longa* y sus aplicaciones como condimento y colorante natural en la industria alimentaria.

3. Objetivos particulares

- Revisar y analizar los diversos métodos empleados para la obtención de la cúrcuma, en sus tres diferentes presentaciones (especia en polvo, como oleorresina y como aceite esencial); así como explicar como se lleva a cabo su distribución comercial.
- Conocer las diversas aplicaciones que tiene la cúrcuma como especia en polvo, en forma de oleorresina y como aceite esencial dentro de la industria alimentaria.
- Describir el mercado a nivel mundial, en el cual se comercializa la cúrcuma longa en sus diferentes presentaciones

4. Desarrollo del tema

4.1 Definición de Colorante

Los colorantes han sido ampliamente utilizados en la preparación de alimentos y bebidas y a nivel mundial constituyen una importante contribución en la preparación y procesamiento de los mismos. Antes del desarrollo de la industria de colorantes, la síntesis y el teñido de las fibras se hacían con plantas las cuales contenían colorantes naturales, llamadas especies “tintóreas”, estas eran cultivadas a gran escala constituyendo una importante fuente de ingresos para los países productores (Ugaz, 1997).

Los colorantes es el grupo de aditivos que se encarga de proporcionar aquel color deseado y esperado de cada alimento, es decir proporcionan, refuerzan u homogenizan su color para hacerlo más atractivo al consumidor.

De acuerdo a la Food & Drug Administration (FDA, 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, al 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).

De acuerdo a la Secretaria de Salud un colorante es el aditivo que tiene la propiedad de impartir color al medio que lo contiene por la solubilidad que tenga en el mismo, ya sea en medio hidrofílico o lipofílico o a otro material o mezcla, elaborado por un proceso de síntesis o similar, por extracción o por separación, obtenido de una fuente animal, vegetal o mineral y que posteriormente, ha sido sometido a pruebas fehacientes de seguridad que permiten su uso en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos en alguna parte de ellos y que directamente o a través de su reacción con otras sustancias, es capaz de impartir el color que le caracteriza (Frenk-Mora, 2006).

La Comunidad Económica Europea (CEE) define el término colorante como: aquellas sustancias que proporcionan, refuerzan o varían el color de los productos alimenticios (Rodríguez, 1986).

El Codex Alimentarius define a los colores como: aquellas sustancias que dan o restituyen color a un alimento (FAO/ONU, 1999).

Desde los tiempos prehistóricos hasta la mitad del siglo XIX, el teñido fue hecho con colorantes naturales. La importancia de estos colorantes naturales disminuyó cuando en 1856 el inglés William Henry Perkin, en su intento de sintetizar quinina, oxidó de sulfato de anilina con dicromato potásico produjo el primer colorante sintético: *la mauveína*, de color púrpura o también llamada en su honor púrpura de Perkin (Downham et al., 2000).

Éste fue el comienzo de la búsqueda de nuevos colorantes, obtenidos mediante síntesis química, para su utilización en la industria alimentaria. Dichos colorantes sintéticos superaron a los naturales en cuanto al poder de tinción, intensidad, estabilidad y disponibilidad de numerosos matices.

Químicamente los colores sintetizados simplemente fueron más fáciles de producir, menos caros y superiores en propiedades de color, solamente fueron necesitadas pequeñas cantidades. Se mezclaban fácilmente y no impartían sabores no deseados a los alimentos.

Los Estados Unidos fueron los primeros en legalizar y autorizar el uso de colorantes sintéticos que se utilizaban en los alimentos, el Congreso de ese país autorizaba el uso de colorantes en el queso, a partir de ahí, una serie de alimentos como jaleas, salsas, helados y caramelos entre muchos otros, incluyen en su formulación colorantes sintéticos.

El crecimiento de la industria del color (como aditivo) ha sido muy rápida, pero no solo por la facilidad de fabricar más colores, si no por el desarrollo en los procesos de producción, la tecnología, el crecimiento de la industria de los alimentos, etc.

4.2 Clasificación.

Existen varias formas de clasificar a los colorantes, estas 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 (García et al., 2003).

Debido a su origen los colorantes se clasifican en tres grupos: naturales, idénticos a naturales y sintéticos o artificiales. Actualmente existe una tendencia a utilizar, cuando es posible, colorantes naturales por ser inocuos, en lugar de los sintéticos, por tanto, sin riesgo para la salud humana bajo las condiciones de uso. En la figura 2 se muestra dicha clasificación.

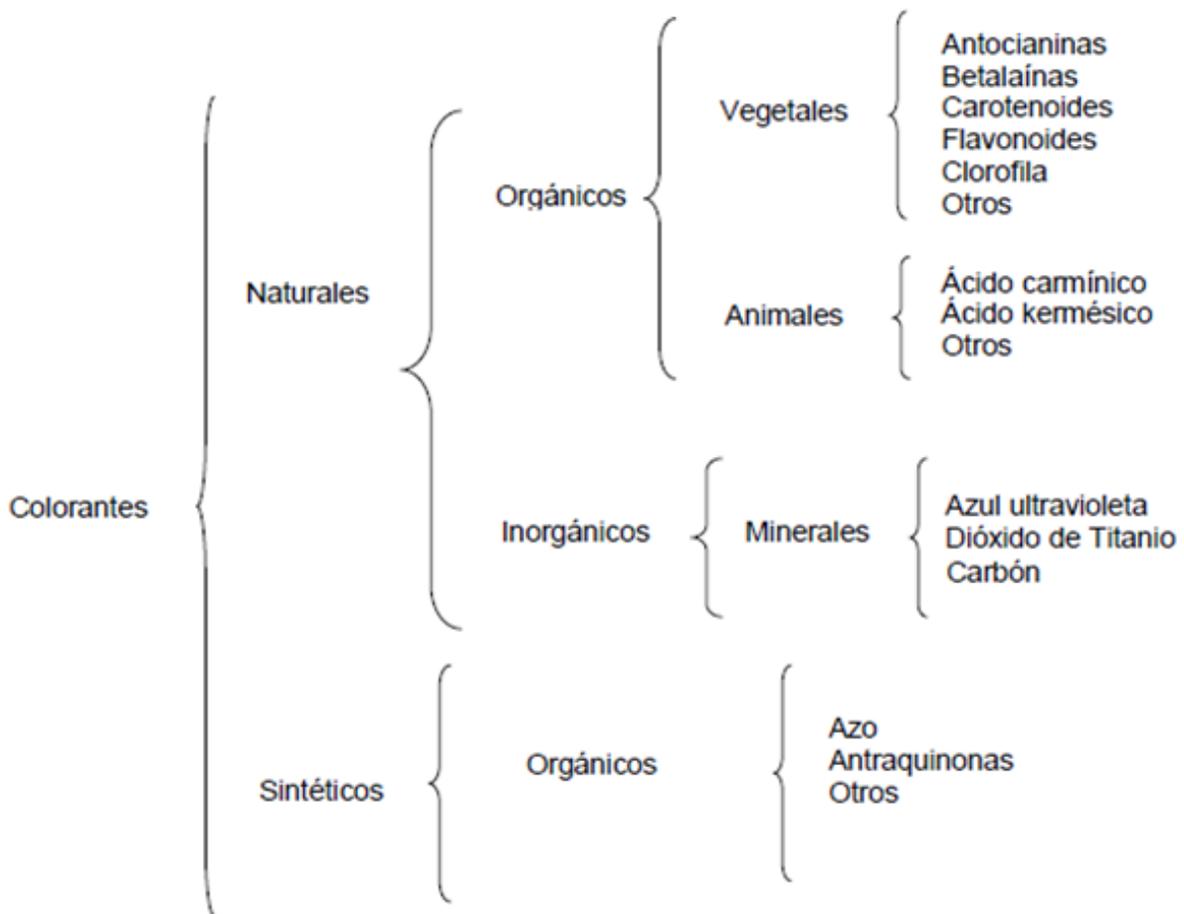


Figura 2. Clasificación de los colorantes naturales (Santos, 1998).

La clasificación con base en su certificación, se agrupa en dos bloques: 1. Aquellos colorantes que no requieren certificación y 2. Los que requieren de certificación. Los primeros incluyen a los colorantes obtenidos de fuentes naturales, así como los idénticos a los naturales. Los segundos incluyen a las sustancias químicamente sintetizadas con alto grado de pureza. Los colorantes naturales no necesitan de certificación (Cenzano, 1994).

La tercera forma de clasificar a los colorantes se basa en su grupo cromóforo. Las partículas cromóforas pueden ser coloreadas si un grupo llamado auxocrómico es introducido.

La FDA determinó tres categorías para clasificar a los colorantes (Marmion, 1991):

1. Colorantes FD&C: Certificados para su uso en alimentos, medicamentos y cosméticos en general.
2. Colorantes D&C: Son Tintes y pigmentos considerados seguros para su uso en medicamentos y cosméticos ingeridos o usados en contacto directo con membranas mucosas.
3. Colorantes Ext. D&C: Colorantes que, por su toxicidad oral, no se usan en productos para ingestión, pero que son considerados seguros para su uso externo.

4.3 Colorantes sintéticos.

Son pigmentos obtenidos por síntesis química. Pueden ser de dos clases: síntesis de moléculas nuevas o síntesis de moléculas iguales a las que se encuentran en el medio natural. Los colorantes artificiales presentan también problemas en su uso, en mucho de los casos se decoloran por acción del ácido ascórbico, efecto importante en las bebidas refrescantes ya que esta sustancia se utiliza como antioxidante. Los colorantes artificiales pueden utilizarse en forma soluble, como sales de sodio y potasio y en forma insoluble como sales de calcio o aluminio, o bien en forma de lo que se conoce como una laca.

La utilización de un colorante soluble o insoluble depende de la forma en que se va a llevar a cabo la dispersión en el alimento. Debido a su carácter sintético han sido más estudiadas sus interacciones con el hombre.

Características de colorantes sintéticos (Cubero et *al.*, 2003):

- Cubren toda la gama de colores.
- Son de más alta pureza que los naturales, por lo que tienen más rendimiento con menos cantidad, lo que hace que sean más baratos.
- Son más estables a los cambios de condiciones del medio.
- Ofrecen un color más homogéneo al producto.
- Tienen una inocuidad más cuestionada por lo que pueden ser deslistados como aditivos alimentarios.

4.4 Colorantes Naturales.

Se entiende por colorantes naturales aquellos que están presentes en la Naturaleza y que se obtienen a partir de microorganismos, vegetales, animales o minerales. También se incluye en este grupo a aquellos colorantes de igual composición química que los anteriores, pero obtenidos por síntesis química. No se consideran aditivos si están presentes en el alimento en sí o sí en su presencia se debe a que el alimento tenga un ingrediente que lo contenga.

Los colorantes naturales son exentos de certificación en cuanto a pureza química por parte de la FDA. Aunque están exentos de los requerimientos de certificación formal, para asegurarse que su pureza está de acuerdo con las especificaciones y que se usan en consonancia con la legislación; requieren permiso de la FDA para ser inocuos en la lista de colorantes no certificados. Hay ejemplos como lo son la clorofila o los carotenoides, el primero es procedente de cualquier planta verde y los segundos de frutas anaranjadas, como la propia naranja o de hortalizas, como la zanahoria o el tomate (García et *al.*, 2003).

Las materias primas de donde se extraen pueden ser de insectos, flores, plantas no comestibles, algas, raíces e incluso hongos de la especie *Monascus*. Por ello el uso de estos colorantes es limitado.

Además de impartir color, los colorantes naturales han demostrado tener beneficios a la salud, como por ejemplo el licopeno, un caroteno que se usa como colorante y que es un factor asociado a la reducción de la morbilidad de ciertos tipos de cáncer, lo que alienta aún más la producción de colorantes naturales (Fernandez Garcia et al., 2001).

Otro colorante natural es la cúrcuma, que en la medicina tradicional se ha utilizado para aliviar padecimientos comunes como dolores e infecciones estomacales, ictericia, úlceras, artritis, diabetes, asma, sinusitis, entre otros (Goel, 2008), lo cual ha despertado interés por investigar las propiedades terapéuticas que este posee.

Características de colorantes naturales (Cubero et al., 2003):

- Tienen un poder de tinción menor que los colorantes sintéticos, esto hace que se necesite más dosis de aplicación y que por lo tanto aumente su costo.
- Son más inestables a las diferentes condiciones. pH, temperatura, humedad.
- No ofrecen una uniformidad de color tan clara como los sintéticos.
- Algunos además de influir en el color del alimento, también modifican su aroma y sabor.
- Se degradan más fácilmente en el producto y en el medio ambiente.

Dependiendo del país, se permite el uso de determinados colorantes, por ejemplo en nuestro país no existe un reglamento específico en la utilización de los colorantes naturales.

En la tabla 1 se muestran los colorantes permitidos por la Comunidad Económica Europea (CEE) y por la Administración de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FD&C) (García et al., 2003).

	Color	CEE	FD&C
Sintéticos	Rojo allura AC	No permitido	FD&C Rojo No 40
	Azul brillante FCF	No permitido	FD&C Azul No 1
	Carmosina	E122	No permitido
	Eritrosina	E127	FD&C Rojo No 3
	Verde rápido FCF	No permitido	FD&C Verde No 3
	Indigotina	E132	FD&C Azul No 2
	Ponceau 4R	E124	No permitido
	Amarillo ocazo FCF	E110	FD&C Amarillo No 6
	Tartrazina	E102	FD&C Amarillo No 5
Naturales	Antocianinas	E163	Permitido
	Betaninas	E162	Permitido
	Carotenoides	E160	Permitido
	Cúrcuma	E100	Permitido
	Clorofila	E140	Permitido
	Riboflavinas	E101	Permitido
	Idénticos a los naturales	Permitido	Permitido

Tabla 1. Colorantes permitidos por CEE y FD&C

En la tabla 2 se muestran los colorantes exentos de certificación para Estados Unidos (Walford, 1980).

Color
Extracto de annato
Caramelo
Cúrcuma
β –apo-8-caroteno
β –caroteno
Extracto de cochinilla
Extracto de cascara de uva
Paprika
Riboflavina
Azafrán
Dióxido de titanio

Tabla 2. Colorantes exentos de certificación en EEUU

En la tabla 3 se muestra los colorantes que están permitidos en México.

Tipo de colorante	Color
Colorantes orgánicos naturales	Aceite de zanahoria
	Achiote, annato
	Azafrán
	β –apo-8-caroteno
	Betabel deshidratado
	β –caroteno
	Caramelo
	Clorofila
	CÚRCUMA
	Extracto de cascara de uva
	Riboflavina
	Dióxido de titanio

Colorantes orgánicos sintéticos o artificiales	Amarillo No 5
	Amarillo No.6
	Azul No.1
	Azul No 2
	Rojo cítrico No 2 (solo colorear)
	Corteza de la naranja
	Rojo No 3
	Rojo No 40
	Verde No 3

Tabla 3. Colorantes permitidos en México

4.5 Tendencias de colorantes en el mercado.

Para el año 2000 no había estadísticas confiables publicadas en el tamaño del mercado de color, sin embargo a escala mundial una estimación razonable sería de \$940 millones de dólares lo cual se representa en la figura 2 (Downham et al., 2000).

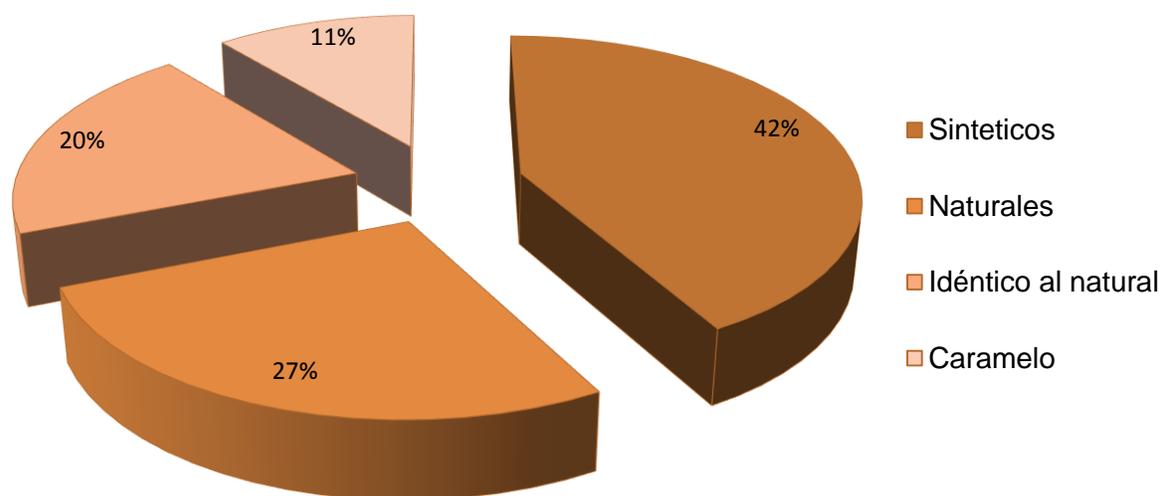


Figura 2. Participación de mercado de los colorantes a nivel mundial (%)

El mercado global de colorantes para alimentos representa alrededor del 67%, seguido por bebidas sin alcohol 28% y bebidas alcohólicas en un 5%.

En 2011, las ventas mundiales de colorantes naturales fueron cerca de USD \$600 millones, casi un 29% más que en 2007, un crecimiento anual de más del 7%, frente a un crecimiento de las ventas de los colorantes artificiales de un 4% anual entre 2007 y 2011, con un valor actual aproximado de USD \$570 millones. Las cifras en el mercado de los colorantes naturales aumentaron de un 34% en 2007 a un 39% en 2011, mientras que la de los colorantes artificiales disminuyó de un 40% en 2007 a un 27% en 2011.

Europa representa el 36% del mercado mundial de colorantes, seguido por Estados Unidos (28%), Japón (10%), China (8%) y 18% de economías desarrolladas como Canadá y Australia y mercados emergentes de alimentos, tales como India y Brasil.

En la figura 3 se presenta la participación del empleo de colorantes por sector en la industria alimentaria, donde el sector galletero y de bebidas son los principales consumidores.

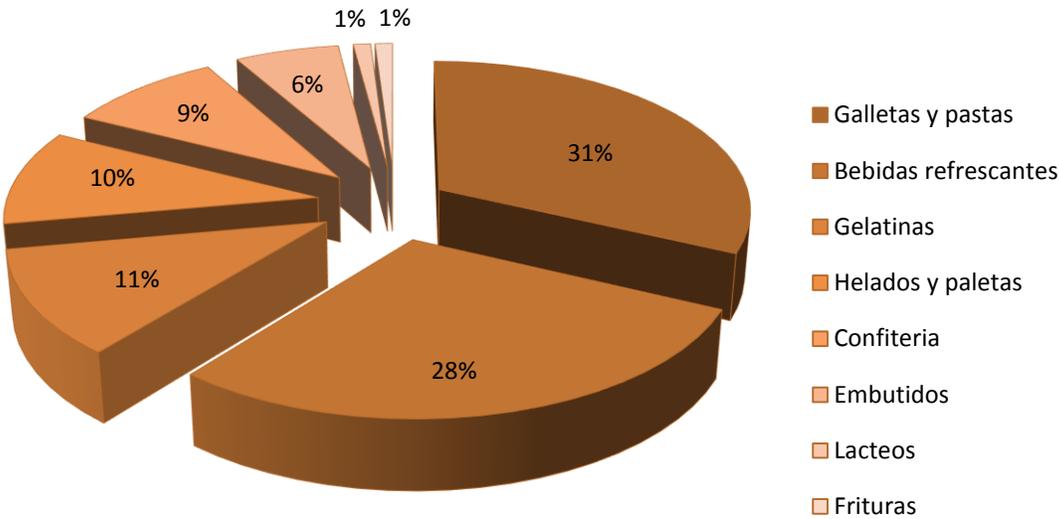


Figura 3. Participación por sector en el consumo de colorantes.

En general, el mercado mundial de colorantes alimentarios tenía un valor estimado de USD \$1.550 millones en 2011. Sin embargo, los niveles de crecimiento anual promedio actuales son del 2-3% (Leatherhead Food Research Association 2011).

Nuestro país es un productor y exportador de colorantes. Se puede inferir que la producción de colorantes naturales tiene en nuestro país un mercado en crecimiento con perspectivas de exportación, dada la necesidad creciente de estos compuestos, la cual esta probablemente relacionada con el aumento en alimentos procesados, el cambio preferencial al uso de colorantes naturales y los ajustes de la reglamentación en colorantes sintéticos que se dan a nivel mundial (Reinfriede, 1987).

La demanda de colorantes naturales se espera que continúe, siendo los productores más importantes de estos, como en los artículos de confitería, refrescos, bebidas alcohólicas, aderezos para ensaladas y productos lácteos (Wissgott et al., 1996).

En México el mercado estimado para los colorantes (excluyendo el color caramelo) es cubierto en su mayor parte por los amarillo-naranja (55%) y los rojos (25%), esto se muestra en la figura 4 (García et al., 2003).

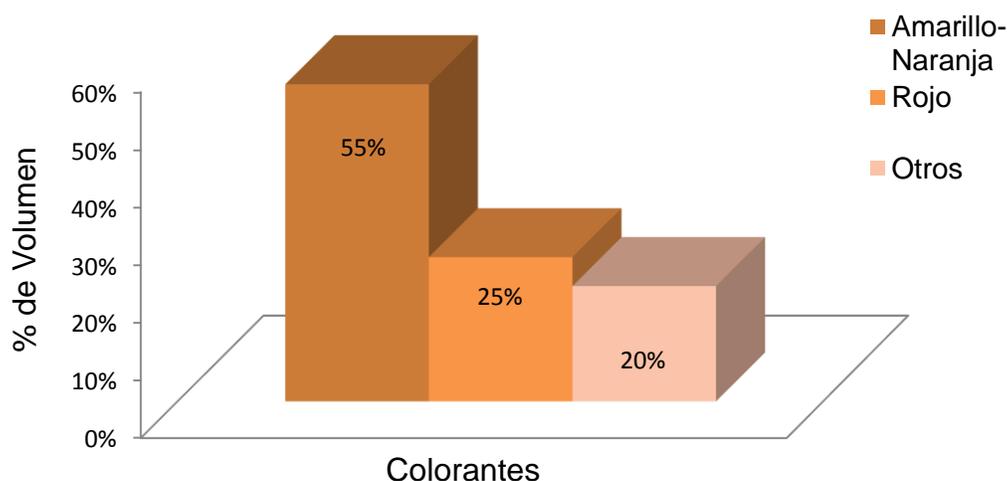


Figura 4. Mercado estimado de colorantes en México.

5. Cúrcuma.

5.1 Características.

La cúrcuma es uno de los colorantes naturales industriales de origen vegetal el cual se obtiene del rizoma triturado de la *Cúrcuma longa*.

También se conoce por otros nombres comunes como: azafrán de la India, carmotillo, dragón, rizoma de cúrcuma, raíz de cúrcuma, azafrán cimarrón, raíz americana, turmero, turmeric; turmérico, jengibrillo (Puerto Rico); yuquiJla (Cuba); palillo, azafrán (Perú); Kurkuma (Alemán); Safran des Indes (Francés); Curcuma, turmeric, turmeric rhizome, yellow root (Inglés); cúrcuma (Portugués).

El género cúrcuma consiste en cerca de 110 especies (Tabla 4) distribuidas principalmente en el sur y sudeste de Asia.

Tabla 4. Distribución de las especies de cúrcuma

Área geográfica	Especies de cúrcuma (aproximado)
Bangladesh	16-20
China	20-25
India	40-45
Camboya y Vietnam	20-25
Malasia	20-30
Nepal	10-15
Filipinas	12-15
Tailandia	30-40
Total	100-110

La especie cúrcuma proviene de los rizomas subterráneos de la cúrcuma longa. El centro de domesticación de la cúrcuma es el subcontinente indio. En la actualidad se cultiva en la India, China, Taiwán, Pakistán, Bangladesh, Myanmar, Tailandia, Sri Lanka e Indonesia. La cúrcuma de la india se cultiva en casi todos los estados y en las regiones principales como: Andhara Pradesh, Maharashtra, Orissa, Tamil

Nadu, Karnakata, y Kerala. La cúrcuma también se cultiva en África, Australia, Japón, el Caribe y Latinoamérica, Jamaica, Haití, Costa Rica, Perú y Brasil.

La cúrcuma se ha utilizado desde la antigüedad como un colorante y condimento. El nombre común proviene del latín, "*terra merita*", en referencia al color de la cúrcuma de tierra que se asemeja a un pigmento mineral (Velayudhan et al., 1999). La cúrcuma, es originaria de la India, llegó a la costa de China en el año 700, al este de África 100 años más tarde y en África Occidental 500 años después.

Es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Zingiberaceae (jengibre), nativa del sur de la India. Sus rizomas se han utilizado desde la antigüedad como condimento, como tinte textil, y médicamente como un estimulante aromático. El rizoma tiene un aroma y un sabor algo amargo, su color y sabor preparado se usa en el curry en polvo, al igual que en condimentos, mantequillas, especias y numerosos platos culinarios.

La cúrcuma requiere un clima caliente y húmedo, un suministro abundante de agua, y un suelo bien drenado. Crece tanto en condiciones de sequía como de riego. La cúrcuma crece en todas las elevaciones que van desde el nivel del mar hasta una altitud de 1200 m. y por lo general se siembra en camas elevadas para evitar el agua estancada. En la India, la siembra se realiza de mayo a junio y se puede cultivar mezclada con otros cultivos, ya que no se ve afectada por la sombra parcial. La cúrcuma está lista para su cosecha de 7 a 9 meses después de la siembra, dependiendo del cultivo, el suelo y las condiciones de crecimiento (Ravindran et al., 2007). En la India, la temporada de cosecha se inicia a partir de febrero, cuando madura, las hojas se vuelven amarillas y la planta entera se seca poco a poco. Antes de la cosecha, las copas frondosas son cortadas para facilitar la excavación de los rizomas, el suelo se afloja primero con una pequeña excavadora, y se levantan manualmente en grupos. Los rizomas son limpiados de la tierra adherida por inmersión en agua, y se eliminan las raíces largas.

Los rizomas cosechados deben secarse lo antes posible para reducir al mínimo la contaminación, el crecimiento de moho y una probable fermentación.

La planta crece hasta alcanzar la altura de 1 metro. Sus hojas son largas y rectangulares y sus flores son largas espigas blancas, Fig. 5.



Figura 5. Diagrama de la planta de cúrcuma

Como colorante natural, la cúrcuma es rojo anaranjado o pardo rojizo, pero cambia de color ya sea en presencia de ácidos o bases. Este arbusto puede alcanzar hasta un metro de altura en su fase de desarrollo pleno.

Para su recolección se extraen las raíces cuidando no lesionar la planta, se hierven, de esta forma se desprende la cáscara exterior y las yemas y se exponen al sol de cinco a siete días para su secado, finalmente se clasifican por su calidad y se suele moler para ser vendida. La recolección se realiza a los diez meses de haberse plantado.

- Raíz: Órgano de la planta, introducido en la tierra, que crece en sentido contrario al tallo, sirve para absorber de la tierra las sustancias minerales y el agua necesarias para el crecimiento de la planta y para su desarrollo.
- Rizoma: tallos horizontales que están a ras de tierra o ligeramente enterrados (Real Academia de la lengua Española, 2014)

La reproducción la realiza a partir de yemas o dedos que surgen en el propio rizoma en el último año de crecimiento y que da lugar a una nueva planta renovada. Los rizomas de la cúrcuma son voluminosos, de hasta 10 cms de diámetro y se desarrollan mejor en climas cálidos y húmedos. El rizoma de la cúrcuma contiene un aceite esencial, pigmentos, un principio amargo, resina y almidón.

Cuando los rizomas están aún frescos, tienen color amarillo pálido y se tornan marrón rojizo al secarse. Al corte transversal presentan una sección de color anaranjado uniforme con puntos amarillo claro (Ravindran et al., 1998).

5.2 Tratamiento

El tratamiento de rizomas asume una importancia desde el punto de vista de la apariencia y color del producto final. El proceso consta de tres etapas:

- Curado
- Secado
- Pulido

5.2.1 Curado

Los rizomas de la cúrcuma se curan antes del secado. Curar esencialmente implica hervir los rizomas frescos en agua hasta que estos estén blandos antes de secar. La ebullición destruye la vitalidad de rizomas frescos, evita el olor crudo, reduce el tiempo de secado y se obtiene un producto de color uniforme. Algunos de los métodos tradicionales para la curación de la cúrcuma ya no se llevan a cabo en la práctica. En el proceso de curado, los rizomas se limpian y se hierven en vasijas de barro o cobre galvanizado con agua suficiente para ser remojados, la ebullición se detiene cuando la espuma que sale con el lanzamiento de humos blancos tiene el aroma típico de la cúrcuma (Rao et al., 1995). La última cocción durante 45 a 60 minutos es cuando los rizomas se vuelven blandos, pero esta puede ser mayor dependiendo del tamaño del lote, la etapa en que se detiene la ebullición influye en gran medida en el color y en el aroma del producto final. La sobre cocción estropea el color del producto final, mientras que la bajo cocción

hace que el producto final se seca frágil (Weiss, 2002). Los rizomas se prueban presionándolos con los dedos, la cocción óptima se alcanza cuando los rendimientos del rizoma a la presión de los dedos o por una pieza contundente de madera pueden estos ser perforados. La cocción debe ser a fondo de lo contrario el producto final es propenso a los ataques de insectos.

En un método mejorado se toman los rizomas y se limpian en una vasija perforada de hierro galvanizado o de acero templado, la vasija perforada que contiene la cúrcuma cruda se sumerge en una sartén con agua hirviendo el cual tiene una capacidad para tres a cuatro canales a la vez, la ebullición continua hasta que el material sea suave. La cúrcuma cocida se saca de la sartén por levantamiento de la vasija, el agua se vacía en bandejas propias y la misma agua caliente se puede usar para cocer varios lotes (Spices, 1995). Pequeños lotes desde 50 a 75 kg pueden ser convenientemente curados por inmersión en agua hirviendo, es importante hervir lotes de rizomas que son iguales en tamaño ya que los rizomas de tamaño diferente requerirán diferentes tiempos de cocción. Los dedos y los bulbos de los rizomas se hierven por separado ya que los bulbos requieren un tiempo de cocción más largo que los dedos por lo que los bulbos más grandes se dividen en mitades o en cuartos. El curado se debe hacer de 2 o 3 días después de la cosecha para evitar el deterioro del rizoma. Varias recomendaciones como la acidez o alcalinidad del agua hirviendo varían, si el agua es ácida se agrega a veces de 0,05 a 0,1 % de bicarbonato de sodio o carbonato para que sea ligeramente alcalina, mientras que en agua alcalina hirviendo se dice que es para mejorar el color (Pruthi, 1976).

Cocinar los rizomas antes del secado promueve la gelatinización del almidón, facilita el secado uniforme y aumenta la tasa de deshidratación. Otros beneficios incluyen la distribución de uniformidad de los pigmentos en el interior del rizoma y un producto más atractivo (sin arrugas) que se presta para un pulido más fácil, la cocción reduce el tiempo de secado de 30-35 a 10-15 días. El curado también destruye la vitalidad de los rizomas y elimina el olor a crudo, este, por el proceso de ebullición tiene una ventaja adicional de reducir significativamente la carga

microbiana de los rizomas, impartiendo de este modo un efecto de esterilización antes del secado.

5.2.2 Secado

En el secado los rizomas cocidos se dejan enfriar y se extienden poco a poco para que se sequen al aire libre en capas gruesas de bambú de 5 a 7 cm, en llanos sin recubrimiento o en piso de concreto. La cúrcuma se debe secar sobre superficies limpias para asegurar que el producto no se contamine por cualquier materia extraña, se debe tener cuidado para evitar el crecimiento de moho en los rizomas. Los rizomas son entregados de forma intermitente para asegurar la uniformidad en el secado, durante la noche se amontonan y se cubren con un material que permita una aireación adecuada, esto puede tardar de 10 a 15 días para que el rizoma se seque completamente. En la mayoría de las áreas de cultivo, los rizomas cocidos se ponen a secar al sol, pero, donde prevalecen condiciones estacionales desfavorables, también se utilizan métodos mejorados de secado usando para estos casos secadores mecánicos. El secado mediante flujo cruzado a temperatura máxima, el aire caliente de 60°C se encuentra para dar un producto satisfactorio (Spices, 1995). El secado artificial da un producto más brillante que el secado al sol. Los secadores solares también pueden ser económicamente utilizados para el secado de la cúrcuma, sin embargo, la temperatura máxima alcanzada por el secador depende de las condiciones climáticas exteriores por lo que los resultados satisfactorios no se pueden lograr en las regiones donde la nubosidad y la humedad son elevadas.

Cuando los “dedos” secos y limpios se rompen emitiendo un sonido metálico, nos indica que están lo suficientemente secos para continuar con el tratamiento. El contenido de humedad en este nivel será generalmente de 5 a 10%. En un secado incorrecto la susceptibilidad a la proliferación microbiana y a la infestación por plagas en el almacén es alta. El almacenamiento de la cúrcuma seca durante períodos muy largos no es deseable ni recomendable, por lo que en tales casos, se lleva a cabo la fumigación con productos químicos permitidos.

Cortar los rizomas antes del secado, reduce el tiempo de este y el rendimiento de la cúrcuma con un menor contenido de humedad (Govindarajan, 1980). Las máquinas también se han desarrollado para mecanizar la operación de corte.

El rendimiento de la cúrcuma seca varía de 20 a 30% dependiendo de la variedad y la región de cultivo. Los rizomas secos poseen tierra, olor ligeramente desagradable y amargo; imparten una sensación en la boca y un color amarillo en la saliva.

5.2.3 Pulido

La cúrcuma seca tiene una apariencia rugosa y un color mate en la superficie. El pulido elimina la rugosidad de la superficie mediante la eliminación de escamas, pequeñas raíces y las partículas de suelo restantes. El pulido se realiza ya sea por medios manuales o mecánicos.

El pulido manual consiste en frotar la cúrcuma seca sobre una superficie dura, pisarla envuelta en sacos de yute bajo los pies o también se practica sacudiendo los rizomas con piedras en una bolsa de yute o cesta de bambú.

El pulido mecánico se lleva a cabo en tambores, estos son muy simples ya que se giran con el poder de la mano. El tambor está hecho de metal expandido, con malla fija a unas placas circulares sólidas y está montado sobre un eje central. El tambor está cubierto con una envoltura apretada de alambre tejido, ya que la malla es lo suficientemente pequeña para retener la cúrcuma, pero lo suficientemente grande para permitir el polvo, la suciedad y las raicillas que caen a través de ella. Cuando se hace girar el tambor lleno con la cúrcuma, el pulido se ve afectado por la abrasión de la superficie contra la malla, así como por el roce de rizomas uno contra el otro a medida que van girando dentro del tambor (Anandaraj, 2001). Pueden ser pulidas a la vez de 50 a 80 kg por lote. Cuando se manejan grandes cantidades, se utilizan tambores de motor, en este método, la cúrcuma recibe un mayor grado de pulido y se vuelve más suave. La capacidad de la batería es de

hasta 800 Kg de cúrcuma y el pulido tarda de 4 a 5 horas. El desperdicio de pulido es de 2 a 8% del peso de la cúrcuma o superior, dependiendo grado de pulido.

El pulido de los rizomas se lleva a cabo por los agricultores en pequeña escala, pero en gran parte por concesionarios o empresas exportadoras en cantidades comerciales. El pulido no es necesario para la cúrcuma que es destinada para la extracción con disolvente y la recuperación de la materia de color.

En general, los rizomas tienen las siguientes propiedades y usos:

- Colorante de productos alimenticios (pastas, lácteos, galletas, caramelos, bebidas, etc.)
- Condimento en encurtidos, mostazas, adobos y en polvos de curry.
- Colorante en tejidos de lana, algodón, sedas, papel y cueros finos. Tiñe de color amarillo.
- En cosméticos y farmacia para dar color a ungüentos, pomadas, etc.
- En especialidades medicinales como tinturas y extractos para tratamiento de trastornos.
- Para obtener aceite esencial y la curcumina.

La cúrcuma es uno de los condimentos esenciales de todo el mundo, con un largo y distinguido uso humano en especial en la civilización oriental (Ravindran, 2007) Esta especia con sutil sabor se obtiene a partir de los rizomas secos de la planta. Aparte de ser un ingrediente importante, la cúrcuma en polvo se utiliza como agente colorante de alimentos y también como colorante natural (FAO, 1995). Sólo unas gotas de jugo de cúrcuma de los rizomas pueden crear mancha permanente en la ropa.

El polvo de la cúrcuma tiene un sabor amargo picante y un olor suave muy parecido a naranja y jengibre. La cúrcuma en polvo es la más conocida como uno de los principales ingredientes usados para hacer el condimento de curry, también da a la mostaza su color amarillo brillante. A parte de sus usos culinarios, la cúrcuma se ha utilizado ampliamente en la medicina tradicional, debido a sus propiedades benéficas (Chattopadhyay et al., 2004).

En la India también se utiliza como verdura fresca, además de ser usado como especia y colorante. Es uno de los ingredientes del curry en polvo dándole precisamente su color amarillo característico. En occidente se comercializa molido y se usa a menudo como colorante para sustituir al azafrán, ya que es mucho más barato, aunque no se le puede comparar en cuanto al sabor. La curcumina está aprobada por la Unión Europea como colorante natural alimenticio bajo el código E 100. Según una fuente de información la Curcumina (E 100) se aplica como colorante natural alimenticio en helados, salsas, sopas, confitería, postres, quesos, bebidas, condimentos, etc. En la figura 6 se muestra el rizoma, así como también el polvo de cúrcuma.



Figura 6. Rizoma y polvo de cúrcuma

Azafrán: Originario de Oriente, es una especia que se obtiene a partir de los estigmas de la flor *Crocus sativus*, se caracteriza por su aroma, su color y su sabor amargo. Es muy apreciado y valioso en la cocina española, algunas industrias como la láctea y la repostería, lo aplican para dar color o sabor aromatizante. Su alto precio debido a su delicado proceso de recolección, hace que sólo su empleo se reduzca a los productos de mayor calidad.

El azafrán es utilizado como especia para numerosos platillos como: pescados, sopas, mariscos, quesos, mantecas, caldos, etc.

Es una especia cuyo mercado mundial, tanto en producción como exportación ha estado siempre encabezado por Irán, seguido por otros países como España, Marruecos, India y Grecia (Carmona *et al.*, 2006).

5.3 Composición química de la cúrcuma

Los rizomas de la *Cúrcuma longa* contienen pigmentos que contribuyen al color, adicionalmente se encuentran aceites esenciales, flavonoides, carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas. Los carbohidratos constituyen la mayor fracción de la especie. La composición química aproximada de la cúrcuma se puede ver en la tabla 5 (CSIR, 1950).

Contenido	Porcentaje
Humedad	6-13%
Carbohidratos	60-70%
Proteína	6-8%
Fibra	2-7%
Materia mineral	3-7%
Grasa	5-10%
Aceites volátiles	3-7%
Curcuminoides	2-6%

Tabla 5. Composición química de la cúrcuma

La composición nutrimental de la cúrcuma (en 100g) se presenta en la tabla 6 (Spices, 1995).

Contenido	Cantidad
Energía alimentaria	390 kcal.
Humedad	6 g Base seca
Proteína	8.5 g
Grasa	8.9 g
Carbohidratos	69.9 g
Cenizas	6.8 g
Calcio	0.2 g
Fósforo	260 mg

Sodio	10 mg
Potasio	2500 mg
Hierro	47.5 mg
Tiamina	0.09 mg
Riboflavina	0.19 mg
Niacina	4.8 mg
Ácido ascórbico	50 mg

Tabla 6. Composición nutrimental de la cúrcuma (100 g)

Ingesta Diaria Admisible

JECFA Cúrcuma en polvo: Considerado como alimento, por lo tanto no tiene una IDA establecida.

CEE No se tiene una IDA establecida pero se acepta su uso en alimentos.

EU Cúrcuma: BPM

Oleoresina de cúrcuma: BPM

México Cúrcuma en polvo: Considerado como alimento, por lo tanto no tiene una IDA establecida.

(JEFTA-Comité mixto FAO/OMS)

Su presentación en el mercado es de tres tipos:

- Curcumina (polvo)
- Aceite esencial de cúrcuma
- Oleoresina de cúrcuma

5.4 Curcumina

El aroma de la Cúrcuma (*Cúrcuma longa*), es debido a los constituyentes químicos primarios como lo son: curcumina, aceites esenciales y proteínas los cuales también son una característica importante en el desarrollo de su sabor como especia. El principal constituyente activo es la curcumina, que constituye del 2 al 5 % de la especia. La curcumina es un curcuminoide (compuesto fenólico). Los curcuminoideos dan a la cúrcuma su color amarillo característico.

La estructura química de la curcumina ($C_{21}H_{20}O_6$) es también conocida como Diferuloilmetano o 1,7-bis-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-1,6-heptadieno-3,5-diona, el cual es un compuesto fenólico de bajo peso molecular (369.37g/mol) con un punto de fusión de 183°C, de color amarillo en medio ácido (pH 2,5 - 7) y rojo en medio básico (pH >7), es soluble en disolventes orgánicos como: etanol, metanol o acetona (Cubero et al., 2003).

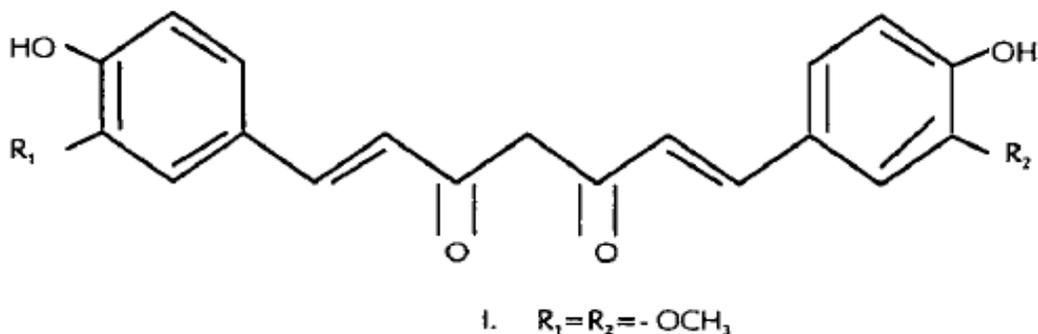


Figura 7. Estructura química de la curcumina

Estabilidad

- Temperatura: estable.
- Luz: poco estable.
- Redox: poco estable.

5.4.1 Curcuminoides.

El color de cúrcuma se atribuye principalmente a un grupo de compuestos relacionados designados curcuminoides como: curcumina (I), demetoxicurcumina (II) y bis-demetoxicurcumina (III). La curcumina con sus dos grupos metoxi tiene un color naranja rojizo, mientras que la demetoxicurcumina con un grupo metoxi es de color naranja-amarillo y la bis-demetoxicurcumina sin un grupo metoxi es de color amarillo (Madsen et *al.*, 2003).

Los curcuminoides son pigmentos naturales importantes. Sin embargo, son sensibles a pH, oxígeno y luz. Es muy probable que la curcumina esté sometida a degradación y pérdida de color una vez que se almacene por lo que esta propiedad limita su uso en muchos productos.

En un estudio sobre la degradación de los curcuminoides en diversas condiciones, se observó que los pigmentos de curcuminoides eran sensibles a la luz, sin embargo, el efecto combinado con aire fue la más perjudicial.

5.4.3 Fabricación del colorante de cúrcuma

La cúrcuma seca es triturada y se extraída con un disolvente como se explicó anteriormente. Para hacer oleorresina de cúrcuma, el disolvente en el extracto es completamente evaporado por destilación. Para recuperar la curcumina, el disolvente es sólo parcialmente eliminado; el concentrado es enfriado y se deja reposar para su cristalización. La cristalización se ve mejorada con agua fría, los cristales se separan mediante centrifugación o filtración al vacío. La curcumina es obtenida, se le da un lavado rápido con disolvente para mejorar su pureza, un lavado con hexano puede eliminar los aceites residuales. El disolvente residual en el producto podría ser eliminado mediante vapor y los cristales secados con aire caliente.

El rendimiento de la curcumina a partir de especias de buena calidad es de 2 a 4% dependiendo del cultivo. El diagrama de flujo para la producción de la curcumina se presenta en el Figura 8.

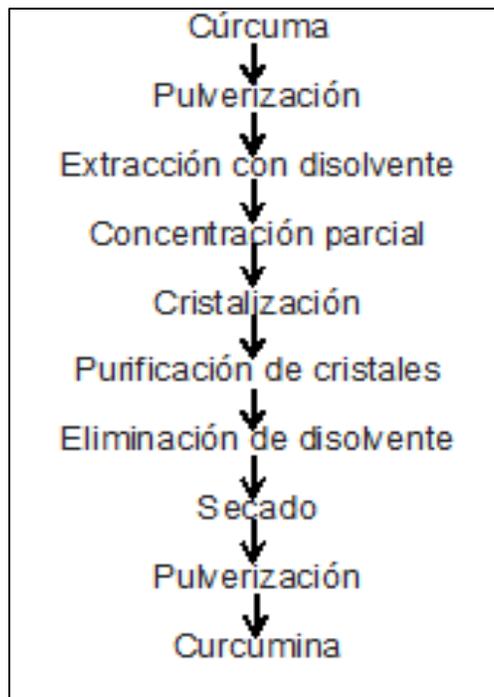


Figura 8. Proceso de manufactura de la curcumina.

5.4.4 Usos de la cúrcuma y sus extractos.

La cúrcuma y sus extractos tienen diversas aplicaciones. La cúrcuma es una planta natural única, combinando las propiedades de una especia, un colorante alimentario y un medicamento. En la cocina étnica, la cúrcuma es un ingrediente de sabor común. Es uno de los colores de alimentos naturales más populares. Los pigmentos de la cúrcuma producen su típico color amarillo brillante con un pH entre 2.5 y 7.0. La cúrcuma ha demostrado ser antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena, anti-mutagénica, antimicrobiana, antiviral y antiparasitaria, en el cuidado de la piel y en la comida como ingrediente capaz de prevenir o retardar una serie de enfermedades. Las propiedades únicas de la especia son atribuibles a los componentes del aceite esencial y de los curcuminoides presentes en el mismo.

5.5 Aceite esencial de Cúrcuma.

La cúrcuma debe su aroma característico al aceite esencial presente en el rizoma, este aceite puede ser recuperado por hidrodestilación de la cúrcuma en polvo y contiene todos los componentes volátiles del aroma de la especia. El rendimiento de este aceite de la cúrcuma varía del 3 al 7 % y contiene principalmente sesquiterpenos. Estos son de color naranja-amarillo claro con un olor característico de la cúrcuma (Chempakam et *al.*, 2008).

5.5.1 Método de producción.

Los aceites esenciales son los componentes de la materia aromática. Por lo general se componen de un número de compuestos los cuales poseen diferentes propiedades físicas y químicas. El perfil de aroma del aceite es un acumulado de estos compuestos. Los puntos de ebullición de la mayoría ellos van desde 150 a 300 °C (Guenther, 1972), si se calienta a estas temperaturas estos compuestos serían destruidos, por lo que se lleva a cabo una hidrodestilación, la cual permite la recuperación segura de estos compuestos sensibles a estas temperaturas.

La hidrodestilación implica el uso de agua o de vapor o una combinación de ambos para recuperar los componentes aromáticos a partir del material de la planta. La característica fundamental de la hidrodestilación es que permite a un compuesto o mezcla de compuestos una destilación y una posterior recuperación a una temperatura sustancialmente inferior a la del punto de ebullición de los constituyentes.

5.5.2 Destilación por arrastre de vapor.

La destilación por arrastre de vapor es el método industrial más usado para la extracción del aceite esencial a partir de material vegetal. La especia es cargada y pulverizada en un alambique de acero inoxidable de dimensiones óptimas. El cual está unido a un condensador y un separador. A través del vapor se liberan los aceites de la carga. La mezcla de estos aceites es enfriada en un condensador. El aceite se separa del agua por medio de un separador y se recoge en botellas de

vidrio o de acero inoxidable. El aceite a fondo se seca y se almacena herméticamente en contenedores en lugares frescos y secos, protegidos de la luz (Balakrishman et *al.*, 2005). La liberación del aceite de cúrcuma en polvo durante la destilación por arrastre de vapor es relativamente lenta debido a la presencia de compuestos que podrían ser sometidos a destilación fraccionada para su obtención, por lo tanto, es necesario para la recuperación del aceite, un tiempo completo de destilación. (Jayaprakasha et *al.*, 2002).

5.5.3 Propiedades del aceite esencial de cúrcuma.

Las propiedades físicas del el aceite esencial obtenido por arrastre de vapor de los rizomas secos se presentan en la tabla 7 (Rupe et *al.*, 1934).

Propiedades físicas del aceite esencial de cúrcuma	
Color	Naranja-amarillo
Olor	Picante y aromático
Sabor	Fuerte ardiente
Peso específico	0.9211-0.9430 (20°C-25°C)
Índice de refracción	1.4650-1.5130 (20°C-30°C)
Índice de acidez	1.6-2.8

Tabla 7. Propiedades físicas del aceite esencial de cúrcuma

5.5.4 Composición.

La composición del aceite esencial de cúrcuma ha sido ampliamente estudiada, usando Cromatografía de Gases (GC). En porcentaje este está dominado por los sesquiterpenos seguido de los monoterpenos. Los componentes principales son los turmerones, α y β y ar-turmerona (Bansal et *al.*, 2002). Los componentes

identificados en el aceite esencial de la cúrcuma por diferentes investigadores se mencionan en la tabla 8 (Leela et al., 2002).

Componentes del aceite esencial de <i>Cúrcuma longa</i>.	
Constituyente	
	α-Pino
	β-Pino
	Mirceno
	α-Felandreno
	α-Terpino
	ρ-Cimeno
	β-Felandreno
	1,8 Cineol
	E- β-Ocimeno
	R-Terpino
	Terpinoleno
	Linalol
	1,3,8-Paramentratieno
	ρ-Metil acetofenona
	ρ-Cimen-8-ol
	α-Terpineol
	Timol
	Carvacrol
	α-Curcumeno
	α-Zingibereno
	β-Bisaboleno
	β-Sesquifelandreno

E-Nerolidal
Dehidrocurcumeno
ar-Turmerona
Turmerona
Curcufenol
Bisaboleno

Tabla 8. Componentes del aceite esencial de *Cúrcuma longa*.

El aceite de cúrcuma se extrae a partir de los rizomas secos, se extrae generalmente por destilación por arrastre de vapor, el proceso y las técnicas de extracción desempeñan un papel fundamental en la maximización de aceite, pigmentos y componentes. La característica del aroma de la cúrcuma en el aceite esencial es impartida por la ar-turmerona.

5.6 Oleorresina de cúrcuma.

La oleorresina de cúrcuma es el extracto orgánico de la cúrcuma y se añade a los alimentos como un agente colorante. Esta se obtiene por extracción de la especia molida con disolventes orgánicos, tales como acetona, dicloruro de etileno, o etanol (Krishnamurthy et al., 1976).

La oleorresina es designada como la "verdadera esencia" de la especia y puede sustituir a los polvos de especias en productos alimenticios sin alterar el color o el perfil de sabor.

La oleorresina de cúrcuma es de color rojo-anaranjado. Su rendimiento oscila entre 5% a 15%. La curcumina, que es la materia colorante directa y representa un tercio de la oleorresina de buena calidad. Su uso principalmente es en carnes, productos marinos como el pescado y también en la mostaza, los pepinillos, la mantequilla y el queso.

La oleorresina se compone de 30 a 45 % de pigmentos curcuminoides y de 15-20% de aceites volátiles. Este último contiene 60 % turmerona, 25 % zingibereno, y pequeñas cantidades de D- α -felandreno, D-sabineno, cineol, y farnesol.

Ventajas de la oleorresina

1. La oleorresina puede superar las desventajas asociadas con las especias primas y especias polvos.
2. Sirve como sustituto conveniente para especias en polvo y para proporcionar la estabilidad y la consistencia requerida en la formulación de productos alimenticios.
3. Se puede personalizar para satisfacer las necesidades de productos específicos en cuanto aroma, sabor y color.

5.6.1 Proceso de fabricación.

La oleorresina de cúrcuma se obtiene a partir de la especia por extracción con disolvente. La técnica de extracción con disolvente implica la eliminación de una fracción soluble a partir de una fase sólida con el que se asocia por disolución con un disolvente (Perry et *al.*, 1973). El proceso comprende esencialmente tres pasos:

1. Contacto con el polvo de la especia y el disolvente en el extractor para efectuar la transferencia de los componentes funcionales de la especia para el disolvente.
2. Separación de la solución resultante a partir del polvo.
3. Destilación de la solución para recuperar el producto.

La especia se tritura al tamaño de partícula predeterminada y se carga en los extractores. La materia prima debe estar limpia, libre de suciedad, cuerpos extraños, insectos, roedores y contaminación microbiana. Se realiza por secado hasta un nivel óptimo de humedad ya que la humedad excesiva afecta a la

filtración y a la calidad del producto. Los extractores son recipientes cilíndricos de acero inoxidable, las capacidades extractoras van de 200 a 2000 kg sobre la base de la escala de operación. La solución concentrada obtenida se filtra y el disolvente se separa por destilación, el disolvente destilado se recicla. Los lavados repetidos son necesarios para agotar la especia. La operación en un solo extractor se encuentra raramente en la práctica industrial. En la extracción industrial, un número de unidades de contacto se encuentran en una fila llamada, batería de extracción, los sólidos permanecen estacionarios en cada extractor y se someten a un número múltiple de contactos con los extractos para disminuir progresivamente las concentraciones de la anterior. La solución concentrada se separa por destilación, mientras que los lavados posteriores se dirigen a la siguiente extractora recién cargada. Los extractores se descargan y se vuelve a cargar uno a la vez, dependiendo del tamaño de la carga y de los parámetros de extracción, cada lote tiene de 6 a 24 h (Balakrishman et al., 2005).

Para hacer la oleorresina de cúrcuma, el disolvente residual en el producto debe ser por debajo de los límites establecidos por los organismos reguladores (Código Federal de Regulación de los U.S). La mayor parte del disolvente en el extracto se separa por destilación en un evaporador; la eliminación de las trazas finales se lleva a cabo en un supresor de disolventes en condiciones controladas de temperatura y presión para salvaguardar los principios activos.

5.6.2 Factores que afectan a la eficacia de la extracción.

Los principales factores que afectan la eficiencia de la extracción por disolvente son:

5.6.2.1 Tamaño de partícula.

Para lograr un contacto adecuado soluto-disolvente en la extracción, la materia prima se tritura, el soluto es por lo general rodeado por una matriz de materia insoluble. La molienda de la materia prima se acelera en gran medida, ya que más del soluto está expuesto al disolvente. Sin embargo, el polvo muy fino tiende a

restringir la filtración del disolvente a través de la carga, por lo tanto, es necesaria la utilización de un tamaño de partícula óptimo para la extracción.

Cada material vegetal tiene características de forma, tamaño, textura y dureza. La elección de los equipos de reducción de tamaño depende de estos factores. La cúrcuma es uno de los más duros entre las especias.

5.6.2.2 Medio de extracción.

La selección del disolvente se centra principalmente en la cantidad óptima de extractivos y de calidad deseada. Un buen disolvente de extracción debe ser:

- Capaz de disolver selectivamente los principios activos y reducir al mínimo la extracción de los componentes no deseados.
- Químicamente puro, ya que los residuos de impurezas pueden impartir mal sabor al producto.
- Un punto de ebullición razonablemente bajo para facilitar la destilación, sin embargo, el punto de ebullición demasiado bajo puede conducir a la pérdida excesiva de disolvente durante el proceso.
- Químicamente inerte, es decir, no deben reaccionar con los constituyentes del producto.
- No tóxico, Sin riesgos para la salud.
- Fácil acceso y a un precio razonable.
- Aceptado bajo las leyes de la alimentación del país, donde es el producto que se utilizará.

(Balakrishman et *al.*, 2005):

La extracción involucra el uso de disolventes orgánicos. El límite permisible de los residuos de varios disolventes en la oleorresina, tienen que ser específicos por entidades regulatorias. Los límites establecidos por el Código Federal de Regulación de los U.S. FDA (CFR, 1995) de extracción común con disolventes se enlistan en la tabla 9.

Disolvente	Límite, ppm máx.
Acetona	30
Dicloruro de etileno	30
Hexano	25
Alcohol isopropílico	50
Metanol	50
Cloruro de metileno	30

Tabla 9. Límites establecidos de disolventes residuales en oleorresina

La curcumina es soluble en disolventes orgánicos como: acetona, acetato de etilo, metano y etanol. La acetona es popular en el medio de extracción de la cúrcuma. El dicloruro de etileno es un eficiente extractor; sin embargo su uso está restringido debido su presunta carcinogenicidad. Este está siendo en gran medida remplazado por acetato de etilo. El hexano, isopropanol y alcohol etílico son también usados en varias etapas de la recuperación y purificación de curcuminoides de la oleorresina.

5.6.2.3 Temperatura de extracción.

En general, el incremento de temperatura mejora la eficiencia de extracción. Esto, a su vez, ayuda a la reducción de la cantidad de disolvente y el tiempo del proceso. Los extractores pueden disponer de camisas de vapor para calentar el contenido para que el disolvente caliente pueda ser rociado sobre la carga. Sin embargo las altas temperaturas pueden dar lugar en la extracción a cantidades

excesivas de componentes indeseables de la especia, que pueden afectar la calidad del producto.

5.6.3 Propiedades de la oleorresina de cúrcuma.

La oleorresina de cúrcuma se compone de los principales componentes de sabor y color de la especia. La acetona, etanol, y acetato de etilo son los disolventes de extracción más comunes.

El Código Federal de Regulaciones de los EE.UU. define oleorresina de cúrcuma como la combinación de los principios de sabor y color obtenidos a partir de la cúrcuma por extracción con disolventes orgánicos. La oleorresina de cúrcuma es de un color naranja-amarillento a un marrón-rojizo, es un producto altamente viscoso difícil de manejar a temperatura ambiente, pero se suaviza en el calentamiento. El principal determinante de la calidad de la oleorresina es su concentración de color la cual se expresa en términos de contenido de curcumina o del valor de color. La oleorresina de cúrcuma es GRAS (generalmente reconocido como seguro por sus siglas en ingles) de acuerdo con la FDA de EE.UU. para su aplicación en alimentos.

Los fabricantes ofrecen diversos grados de oleorresina de cúrcuma, que difieren en la concentración del color y en la solubilidad de la misma. La oleorresina es secada y pulverizada para convertirla en polvo y puede ser dispersada en un cargador seco o microencapsulado. La concentración de la oleorresina en estos polvos puede ser ajustada para dar una buena calidad de especias recién molida (Sair and Klee, 1967)

La oleorresina contiene aceites volátiles y no volátiles que son responsables de las características de sabor de la cúrcuma. Los aceites volátiles y no volátiles pueden eliminarse de la cúrcuma o de su oleorresina mediante extracción, preferentemente con hexano, el cual tienen una solubilidad insignificante para la curcumina. El producto libre de aceite volátil resultante se conoce como

oleorresina desgrasada o desamarga. La extracción de los aceites también sirve para enriquecer selectivamente los principios del color en el producto.

5.6.4 Microencapsulación de oleorresina.

Las ventajas específicas de la oleorresina de cúrcuma sobre cúrcuma molida se compensan con su sensibilidad a la luz, temperatura y oxígeno. Esto se puede superar por microencapsulación, que se define como la técnica de incrustación de partículas diminutas del material del núcleo con una película continua de polímero que está diseñado para liberar su material en condiciones predeterminadas. Esto también protege los sabores de interacciones no deseadas (Amol et al., 2009). Investigadores utilizaron goma árabiga y maltodextrina para evaluar el material apropiado de la pared para la encapsulación de oleorresina de cúrcuma mediante secado por aspersión. Para preparar el microencapsulado en seco, el material de la pared se disuelve en agua y la oleorresina se dispersa para obtener una dispersión o emulsión la cual tiene una fase continua (formador de película) y una fase discontinua (oleorresina). La emulsión es estabilizada mediante un estabilizador y/o agente emulsionante bajo continua y vigorosa agitación. La goma de acacia, almidón dextrinizado, maltodextrina, pectina, alginato o materiales proteínicos tales como gelatina o caseína se utilizan como un estabilizador. Las dispersiones son emulsionadas mediante el uso de un homogeneizador y luego secadas por medio de aspersión.

La microencapsulación tiene los siguientes fines:

1. Controlar la liberación del material del núcleo.
2. Bloquear los componentes funcionales para la aseguración contra la pérdida en el almacenamiento.
3. Ofrecer mayor comodidad en el manejo mediante la conversión de los líquidos que fluyen libremente y semisólidos en polvo.
4. Proporcionar dispersibilidad uniforme en la matriz del alimento.

5.7 La cúrcuma y sus aplicaciones en alimentos.

La cúrcuma es muy apreciada por su poder para teñir alimentos de un color amarillo-oro brillante. Se utiliza ampliamente en la India en los platos tradicionales del sudeste asiático. La cúrcuma es el ingrediente esencial en el polvo de curry donde imparte sabor característico picante y el color amarillo. La cúrcuma se utiliza a menudo en mostazas preparadas donde el color, sabor y aroma son importantes, aunque su importancia relativa difiere con el tipo de mostaza. La cúrcuma también se utiliza en la coloración de mantequillas y quesos (Kapur et *al.*, 1960). También se utiliza en el pescado, posiblemente para enmascarar o mejorar el aroma de éste.

El arroz amarillo (*kuning nasi*), es el plato sagrado popular en las islas del este de Indonesia, su color se deriva gracias a la cúrcuma fresca o seca. Las hojas frescas de cúrcuma se utilizan en alguna región de Indonesia como saborizante. En Tailandia, el rizoma fresco es un ingrediente de la pasta de curry amarillo popular, la cúrcuma se ha encontrado en aplicaciones como bebidas enlatadas, productos de panadería, productos lácteos, yogures, galletas, palomitas de maíz, dulces de colores, glaseados para pasteles, cereales, salsas, gelatinas, tabletas de compresión directa, etc. La cocina occidental no utiliza la cúrcuma directamente en los alimentos, pero en si en forma de polvos de curry y salsas para impartir un color amarillo. La Cúrcuma ha sido descrita como un sabor similar a pimienta, así que es importante ser prudente al añadir esta especia a los alimentos, la curcumina tiene una alta intensidad de color, por lo que sus niveles de dosis son generalmente bajos.

Los colorantes naturales son cada vez más importante en la industria alimentaria, en vista de las cuestiones de soporte de seguridad sobre colorantes sintéticos. En respuesta a la demanda de los consumidores, muchos fabricantes de alimentos prefieren mantener todos sus ingredientes naturales o derivados de fuentes naturales. Tradicionalmente, la cúrcuma ha sido utilizada para mejorar tanto el color como el sabor, pero ahora está siendo sustituida en gran medida por la

oleorresina de cúrcuma y curcumina. La curcumina da un color amarillo brillante en dosis tan bajas como de 5 a 20 ppm. El tono de color es comparable a la de la tartrazina (amarillo No 5).

La oleorresina se microencapsula, se seca por aspersion y se pulveriza para ser convertida en forma de polvo. La oleorresina de cúrcuma se encuentran en aplicaciones como cereales, caramelos, cremas, rellenos y glaseados.

La cúrcuma se utiliza en los encurtidos para proporcionar una tonalidad brillante. La sopa de pollo y los caldos a menudo se colorean con cúrcuma. También se utiliza como materia colorante en la industria farmacéutica. La oleorresina de cúrcuma se utiliza para colorear pastas y empanadas.

La dosis aproximada de cúrcuma en polvo y oleorresina de cúrcuma para aplicaciones típicas se presentan en la Tabla 10 (Fenaroli et al., 2001).

Dosis aproximadas de cúrcuma y oleorresina de cúrcuma para aplicaciones típicas	
Cúrcuma	Dosis
Gelatinas y pudines	0.05 ppm
Condimentos	760 ppm
Sopas	30-50 ppm
Carnes	200 ppm
Encurtidos	690 ppm
Oleorresina de cúrcuma	
Condimentos	640 ppm
Carnes	20-100 ppm
Encurtidos	200 ppm

Tabla 10. Dosis recomendadas de cúrcuma y oleorresina de cúrcuma.

Los ingredientes alimentarios autorizados para su uso en Europa se identifican con el número E (Hanssen et *al.*, 1988). La curcumina, que figura en la categoría de colores, tiene el número E 100, la FDA de EE.UU. (1995) considera que la cúrcuma en polvo y oleorresina de cúrcuma como aditivos de color, se pueden utilizar con seguridad para los alimentos en general, en cantidades acordes con las Buenas Prácticas de Fabricación. El color de cúrcuma está exento de certificación así como las combinaciones de cúrcuma con otros colorantes naturales que producen una gran variedad de tonos. La oleorresina de cúrcuma se mezcla a menudo con la oleorresina de pimentón y el extracto de achiote. La cúrcuma y el achiote se combinan como materiales para colorear los productos a base de cereales, quesos, mezclas secas, aderezos para ensaladas, mantequillas, y margarinas (Freund et *al.*, 1988).

La cúrcuma se utiliza a veces en lugar del azafrán para proporcionar color, aunque no es un sustituto.

5.8 Como antioxidante en alimentos.

La curcumina posee excelentes propiedades antioxidantes. La cúrcuma se agrega a en ocasiones a los aceites como conservador. En un estudio, el colorante de la cúrcuma exhibió excelentes propiedades antioxidantes en el aceite de coco, aceite de semilla de algodón, y aceite de sésamo. La propiedad antioxidante del colorante se atribuye a su estructura fenólica. Esta opinión está respaldada por el hecho de que el tinte de kamala con un grupo fenólico exhibió una actividad similar, mientras que el pigmento de achiote, que es un carotenoide sin grupo fenólico, se comportó como pro-oxidante. La cúrcuma es capaz de inhibir la rancidez oxidativa en el pescado cocinado y se dice que es más potente que el ajo y la cebolla (Ramanathan et *al.*, 1993).

5.9 La cúrcuma como especia y saborizante.

Las especias son los productos vegetales o una mezcla de ellos, libre de cuerpos extraños, cultivados y procesados por su aroma, sabor picante, color natural y cualidades medicinales o de otro modo las propiedades deseables. La cúrcuma constará de rizomas, bulbos, cortezas, brotes de flor, estigmas, frutas, semillas y hojas de origen vegetal. Las especias son complementos alimenticios, que han estado en uso desde hace miles de años, para dar sabor y aroma a los alimentos (Sherman et *al.*, 2001). Se utilizan para preparar platos culinarios y tienen poco o ningún valor nutritivo, pero estimulan el apetito, mejoran el sabor y el deleite de los paladares. Dado que existe una necesidad de reducir la grasa, la sal y el azúcar utilizado en la preparación de alimentos por razones salud, se convierten fundamentalmente para prestar atención a formas alternativas y mejorar los sabores naturales de los alimentos. La función principal de una especia en los alimentos es para mejorar su atractivo sensorial para el consumidor.

La percepción del sabor está compuesto por la combinación sensorial y la integración en la boca de los olores, los sabores, las irritaciones orales, las sensaciones térmicas que se siente y se derivan de un alimento en particular (Breslin, 2001).

Las especias también se han reconocido por poseer propiedades medicinales y su uso en productos tradicionales de la medicina han sido registrados por un largo tiempo.

Con el avance de la tecnología de las especias, sus principios activos y el conocimiento de la química y la farmacología, sus efectos benéficos de salud se investigaron más a fondo en las últimas décadas. Muchos atributos de beneficios a la salud de estos complementos alimenticios comunes han sido reconocidos en las últimas décadas por la investigación pionera experimental en estudios con animales y ensayos humanos (Srinivasan, 2005).

El rizoma de la cúrcuma se ha utilizado como medicina, especia y agente colorante durante más de 2 milenios. Es principalmente conocido por su poder colorante con una tonalidad amarillo-naranja, que tiene un sabor y aroma muy parecido al azafrán, lo que hace necesario clasificarla como una especia. Aunque el uso de los colores naturales de los alimentos es una práctica antigua, actualmente se está acrecentando cada vez más ya que los consumidores se resisten a que industrias alimentarias utilicen colorantes sintéticos, por lo que el uso de colores naturales se ve como un proceso ecológicamente sostenible y no peligroso.

5.10 Mercado de la cúrcuma.

5.10.1 Los productos comerciales.

Tres productos primarios de la cúrcuma se comercializan en el mercado mundial los cuales se sacan del rizoma y son, cúrcuma en polvo, aceite esencial y oleorresina. Aparte de esto, la cúrcuma en polvo se convierte en un componente esencial e importante de los varios tipos de mezclas de polvo de curry. La cúrcuma fresca es de menor importancia; los rizomas secos son los principales que se negocian internacionalmente. La cúrcuma seca se utiliza directamente como especia y para la preparación de oleorresina de cúrcuma y de aceite de cúrcuma en industrias. La cúrcuma de la India por su alta calidad es bien conocida en el comercio internacional. La cúrcuma china también se considera tan buena como la cúrcuma de la India. Se espera que la cúrcuma china pueda representar una amenaza para la cúrcuma de la India en el futuro.

Rizoma seco

El rizoma de la cúrcuma es la presentación que se comercializa principalmente, ya que después se utiliza en la producción de otros productos de valor añadido como la cúrcuma en polvo, aceites y oleorresina. Los rizomas también se comercializan en su forma seca y en tres categorías: los “dedos”, los bulbos y en diferentes divisiones.

Polvo de la cúrcuma

La cúrcuma en polvo se utiliza sobre todo en el comercio minorista y en los procesadores de alimentos. Los rizomas se muelen aproximadamente en un tamaño de partícula de 60 a 80 de malla. La cúrcuma es un ingrediente importante en el curry en polvo y en pastas. En la industria alimentaria, se utiliza sobre todo como colorante y agente aromatizante, en caldo de pollo, sopas, salsas, salsas y condimentos secos y en una variedad de otros productos. Recientemente, el polvo también se ha usado como colorante en los cereales.

Aceites y oleorresina de cúrcuma

La cúrcuma contiene un aceite volátil, que proporciona las características de sabor de la especia, pero no tiene un precio comercial atractivo por el mérito del proceso de destilación. La principal aplicación del aceite de la cúrcuma es en algunos productos de confitería y en bebidas gaseadas. La oleorresina de cúrcuma obtenida por extracción con disolventes, contiene materias colorantes, aceites volátiles, aceites grasos y principios amargos. Los fabricantes ofrecen diversos tipos oleorresina de cúrcuma con un contenido de curcumina variando desde 3.5 hasta 4.2% o más.

5.11 Las oportunidades de mercado.

En virtud de la dinámica del mercado, el consumo de especias es probable que incremente, debido a una producción creciente de alimentos con alto contenido de sabor por la industria alimentaria. Además, que ha aumentado el interés por comida saludable y en consecuencia, "natural" en lugar de comida "artificial" con sabor y color, por lo que también habrá un aumento en el consumo de especias.

El mercado de la cúrcuma es probable que crezca junto con la expansión y la demanda de alimentos de Asia en el mundo entero. Con el aumento de la utilización de mezclas de polvo de curry, las especias en el mundo y la tendencia en los países en desarrollo hacia el cambio a los colores naturales de los

alimentos en vez de colorantes artificiales, las perspectivas de aumento del comercio de la cúrcuma parecen ser bastante buenas. El mercado de la cúrcuma como un colorante natural se espera que crezca en todo el mundo y por lo tanto aumente la demanda tanto de la oleorresina de cúrcuma como de los extractos de cúrcuma secados por aspersión. La conciencia acerca de las propiedades medicinales de la cúrcuma va a crear un mercado separado en los campos de la salud y en los cosméticos. El crecimiento de la población y el flujo de dinero en el creciente grupo de ingresos medios en los países en desarrollo, como la India, dará lugar a una mayor demanda de especias en general y en particular de la cúrcuma.

5.12 Producción.

Alrededor del 80 % de la producción de cúrcuma del mundo es la India, es el mayor productor, consumidor y exportador. En 2006-2007, la India exportó 51.500 toneladas, en 2007-2008, las exportaciones mundiales ascendieron a 59.250 toneladas y en el año siguiente, las cifras correspondientes fueron 62.500 toneladas. De las exportaciones totales de la India, el 65% se exporta a los Emiratos Árabes Unidos (EAU), Estados Unidos, Japón, Sri Lanka, el Reino Unido y Malasia. El sector institucional en Occidente compra de cúrcuma molida y oleorresina, mientras que la cúrcuma seca es preferida por el sector industrial.

En la India, la cúrcuma se produce en 22 estados. Andhra Pradesh, Tamil Nadu, Odisha, Karnataka y Bengala Occidental son los principales estados productores de cúrcuma, que contribuyen al 90% de la producción en el país. La cúrcuma está disponible en dos temporadas en la India (febrero -mayo y agosto - octubre).

La producción mundial de la cúrcuma es de alrededor de 1,1 millones de toneladas anuales. La posición de la India en el comercio mundial de cúrcuma es formidable, con un total del 48% en volumen y 44 % en valor. Los Emiratos Árabes Unidos es uno de los principales importadores de la cúrcuma de la India, y es responsable de alrededor del 18 % del volumen total de las exportaciones. Los

Emiratos Árabes Unidos son seguidos por los Estados Unidos con un 8%. Los otros principales importadores son Bangladesh, Pakistán, Sri Lanka, Japón, Egipto, el Reino Unido, Malasia, Sudáfrica, los Países Bajos y Arabia Saudita. El 25 % restante del volumen total de las importaciones mundiales se encuentra con Europa, América del Norte, América Central y los países latinoamericanos. Estados Unidos importa el 97% de sus necesidades de la cúrcuma de la India y el 3% restante de las islas del Pacífico y Tailandia. De la producción total mundial, las cuentas de los Emiratos Árabes Unidos son el 18% de las importaciones, seguido por Estados Unidos 11 %, Japón 9 %, Sri Lanka, el Reino Unido y Malasia juntos el 17 %.

La figura 9 muestra la tendencia de la producción de Cúrcuma en la India de 1995 a 2010, donde hay un incremento significativo durante este periodo (Raveendran, et al., 2011).

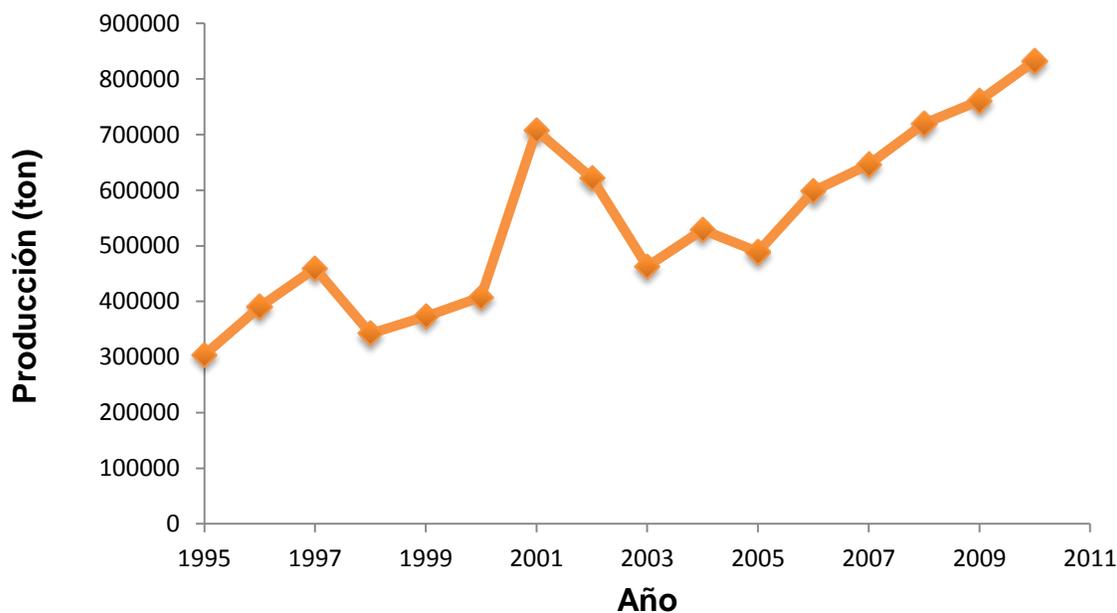


Figura 9. Producción de Cúrcuma de la India de 1995 a 2010.

En la tabla 11 se muestra una comparativa entre diferentes colorantes naturales de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas.

Rango de color		Estabilidad			Resistencia		Solubilidad		
Colorante	Color	Luz	Calor	pH	Medio acido	Medio alcalino	Agua	Aceite	Etanol
CÚRCUMA	Amarillo brillante	P	B	R Se torna más naranja en medio alcalino	B	R	INS	B	S
Betabel	Rojo	P	P	B Más estable a pH de 3.5-5.0	B	P	S	INS	S
Beta-caroteno	Amarillo naranja	R	B	B	B	B	INS	LS	LS
Clorofila	Verde olivo	P	P	P	P	Mejor que en condiciones ácidas	INS	S	S

Caramelo	Café rojizo	B	B	B	Depende la clase	Depende la clase	S	INS	S
				Depende la clase					
Cochinilla	Rojo púrpura	MB	MB	Precipita en pH<3 En medio alcalino da un color azul	Precipita en pH<3	Estable	INS	INS	INS
Riboflavina	Amarillo verdoso	P	B	P	B	P	LS	LS	INS
Tegumento de uva	Rojo Púrpura Azul	B	B	Rojo en medio ácido. Púrpura en medio neutro Azul en medio alcalino	B	P	MS	INS	MS

Tabla 11. Comparación de colorantes naturales

MB: Muy buena

B: Buena

R: Regular

M: Moderada

P: Pobre

MS: Muy soluble

S: Soluble

INS: Insoluble

LS: Ligeramente soluble

(Smith J. 1998)

5.13 Aplicaciones.

La cúrcuma como especia tiene propiedades como: conservador, sensoriales, fisiológicas y funcionales. Es ampliamente utilizada en la preparación de los alimentos como colorante, saborizante y por su acción como conservador. El polvo de la cúrcuma se utiliza en la preparación de curry, pescado, productos cárnicos, etc.

La curcumina es insoluble en agua, y por lo tanto cuando se utiliza en confitería, productos agrícolas y productos marinos procesados, se emplea una solución en alcohol o propilenglicol. Sin embargo, es relativamente estable al calor, pero no a la luz. En medio ácido y neutro, imparte un color amarillo atractivo para los alimentos, pero en medio alcalino, el color cambia a un color marrón rojizo oscuro. La presencia de ciertos componentes puede influir en dicho color. Estos factores son importantes cuando la curcumina se utiliza como colorante alimentario.

Comercialmente, la cúrcuma se utiliza para:

- Fabricación de aceite esencial.
- Fabricación de curcumina y su uso en helados, gelatinas, limonadas y licor.
- Fabricación de oleorresina y su uso en alimentos procesados.

Los productos comercializados y los alimentos procesados figuran en el Tabla 12, donde se utiliza la cúrcuma como uno de los ingredientes.

Productos	
En polvo y pasta para alimentos vegetarianos	Polvo de curry
	Pasta de curry
Pasta para los alimentos no vegetarianos	Pasta de curry de pescado
	Pasta de curry de pollo de mantequilla

Encurtidos	Encurtidos de mango
	Encurtidos de vegetales mixtos
Listos para el consumo	Arroz de tomate
	Piña agridulce al curry

Tabla 12. Productos manufacturados que contienen cúrcuma.

6 Conclusiones

1. Derivado de la evaluación de la literatura publicada sobre la *Cúrcuma longa*, es posible considerar que la futura aplicación de los colorantes naturales poco a poco podría desplazar el uso de colorantes sintéticos, esto derivado principalmente de la facilidad de aprobación por parte de entidades regulatorias como la FDA (Food & Drug Administration por sus siglas en ingles) y el Codex Alimentarius en general para los aditivos de origen natural, adicionalmente y considerando las múltiples propiedades atribuidas al uso de la raíz de cúrcuma longa, la posibilidad inherente de desarrollar novedosos productos de consumo que contemplen los beneficios para la salud de esta raíz, también podría ser un factor muy importante para incentivar su producción de manera importante a nivel mundial; generando un impacto positivo en el costo de desarrollo y convirtiéndola en una alternativa realmente viable para su uso dentro de la industria alimentaria.
2. Cabe mencionar que la posibilidad de contar con más de una alternativa de uso para este aditivo; es decir, en sus diferentes presentaciones como polvo, como oleoresina y finalmente como aceite esencial, permite considerar la oportunidad de aplicar de manera variada este aditivo, siendo viable su utilización en una gama amplia de productos en los cuales puede proporcionar, color, aroma y sabor.

3. Derivado de la creciente relación en torno al consumo de aditivos sintéticos con diversos padecimientos, la opción de utilizar productos naturales pudiera ser una justificación suficiente y atractiva para el consumidor, que avale la producción y el reemplazo progresivo de los aditivos de origen sintético, generando así una tendencia hacia la utilización de aditivos naturales con propiedades benéficas, tal como aquellas que presenta la cúrcuma longa.

4. Por lo mismo, se puede concluir que el colorante de cúrcuma, por citar un ejemplo, es una alternativa viable para sustituir a algunos colorantes sintéticos como lo es la tartrazina (FD&C Amarillo No. 5) al cual se le ha relacionado en ocasiones con la presencia de algunas reacciones alérgicas, por lo que su sustitución con cúrcuma, ofrecería un beneficio atractivo para el consumidor, permitiendo a su vez aprovechar la naturaleza tintorial y aromática de este colorante de cúrcuma y así favorecer su preferencia al momento de elaborar numerosos productos.

7 Bibliografía

- Amol, C.K., Vishwajeet, B.Y., Sarkar, A., Rekha, S.S., 2009. Efficacy of pullulan in emulsification of turmeric oleoresin and its subsequent microencapsulation. *Food Chem.* 113, 1139–1145.
- Anandaraj, M., Devasahayam, S., Zacharian, T.J., Eapen, S.J., Sasikumur, B., and Thankamani, C.K. (2001). Turmeric (Extension Pamphlet). Indian Institute of Spices Research, Calicut, Kerala, India.
- Balakrishman, K.V., Francis, J.D., George K.M., and Verghese, J. (2005). *Curcuma longa* L: Profile of dry and wet rhizomes and maturity levels for harvesting. *Indian Spices*, 29 (4), pp.6-8.
- Bansal, R.P., Bahl, J.R., Garg, S.N., Naqvi, A.A., Kumar, S., 2002. Differential chemical composition of the essential oils of the shoot organs, rhizomes and rhizoids in the turmeric *Curcuma longa* grown in Indo-Gangetic Plains. *Pharm. Biol.* 40 (5), 384–389.
- Burger, A. (1958). Curcuma root and its essential oil. *Parfum. Ess. Oil Rec.*, 49 (12), pp. 801-802.
- Breslin P.A.S. (2001) Human degustation and flavor. *Flavor. Fragr. J.* 16, PP. 439-456.
- Carmona Delgado Manuel; Zalacain Aramburu Amaya, Alonso Díaz-Marta Gonzalo L. *El color, sabor y aroma de azafrán especia*. Ediciones Altabán. Marzo 2006. pp. 13-20.
- Cenzano, I. 1994. Color y Colorantes. Nuevo Manual de Industrias Alimentarias, Madrid. pp. 47-52.
- CFR (1995). *Code of Federal Regulations. 21. Food and Drugs. Part 173C*. Office of Federal Register National Archives and Records Administration, USA. pp. 117-118.
- Chattopadhyay I, Biswas K, Bandyopadhyay U, Banerjee RK (2004) Turmeric and curcumin: biological actions and medicinal applications. *Curr Sci India* 87:44-53.

- Chempakam, B., Parthasarathy, V.A., 2008. Turmeric. In: Parthasarathy, V.A., Chempakam., B., John Zacharrah, T. (Eds.), Chemistry of Spices CABI Pub., UK, pp. 97–123.
- CSIR (1950). Curcuma-in Wealth of India, Raw Materials, Vol. II, Publications and Information Directorate, CSIR, New Delphi, pp. 401-406.
- Cubero N, Monferrer A, Villalta J. Aditivos alimentarios. Colección Tecnología de los Alimentos. Madrid: A. Madrid Vicente-Mundi- Prensa, 2003.
- Diccionario de la Real Academia de la lengua Española, 2014.
- Downham, A. and Collins, P. 2000. Colouring our foods in the last and next millennium. International Journal of Food Science and Technology 2000, 35, pp 5-22.
- FAO (1995) Natural colorants and dyestuffs. Non-Wood Forest Products 4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO/ONU. (1999). Codex Alimentarius. 2da. Edición. Vol. 1. Roma Italia.
- Fenaroli, G.; Burdock, G.A. Handbook of Flavor Ingredients; CRC Press; 4th ed., 2001.
- Fernandez García, A., Butz, P., Tauscher, B., 2001. Effects of High-pressure Processing on Carotenoid Extractability, Antioxidant Activity, Glucose Diffusion, and Water Binding of Tomato Puree (*Lycopersion esculentum Mill*) Journal Food Science. Pp. 1033-1035.
- Frenk-Mora J.J. 2006. Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios. Secretaria de Salud, México, D.F., pp: 45.
- Freund PR, Washam CJ, Maggion M (1988). Natural color for use in foods. Cereal Foods World, 33: 553-559.
- García, M., Quintero, R., López-Munguía, A. 1993. Biotecnología Alimentaria. Limusa (Edit.), 1era Ed. pp. 483-484.
- Goel, A., Kunnumakkara, AB., Aggarwal, BB, 2008b. Curcumin as “Curecumin”: from to kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*, 75, pp.787-809.

- Gopalan, B., Goto, M., Kodama, A., Hirose, T., 2000. Response surfaces of total oil yield of turmeric (*Curcuma longa*) in supercritical carbon dioxide. *Food Res. Int.* 33, 341–345.
- Govindarajan, V.S. (1980). Turmeric – Chemistry, technology, and quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 12, pp. 199-301.
- Guenther, E. 1972. The production of essential oils: methods of distillation, enfleurage, maceration, and extraction with volatile solvents. In: Guenther, E. (ed.). *The essential oils. History-origin in plants. production analysis.* Vol. 1, pp.85-188. Krieger Publ. Co., Malabar, FL.
- Hanssen, M.; Marsden, J. (1988a). *E For Additives.* Ed. ADAF S.A., Madrid.
- Jayaprakasha, L.G.K., Mohan Rao, L.J., and Sakarlah, K.K., (2002). Chemical composition of turmeric oil – a byproduct from turmeric oleoresin industry and its inhibitory activity against different fungi. *J. Biosciences*, pp. 40-44.
- JEFTA-Comité mixto FAO/OMS.
- Kapur. O.P., Srinivasan, M. and Subrahmanyam, V. (1960). Colouring of Vanaspati with Curcumin from turmeric. *Curr. Sci.*, 29 (9), pp. 350-351.
- Kim MK, Choi GJ, Lee HS (2003). Fungicidal property of *Curcuma longa* L. rhizome-derived curcumin against phytopathogenic fungi in a greenhouse. *J Agr Food Chem* 51:1578-1581.
- Krishnamurthy, N., Mathew, A.G., Nambudiri, E.S., Shivasankar, S., Lewis, Y.S., Natarajan, C.P., 1976. Oil and oleoresin of turmeric. *Trop. Sci.* 18 (1), 37.
- Leela, N.K., Aldo, T., Shaji, P.M., Sinu, P.J., Chempakam, B., 2002. Composition of essential oils from turmeric (*Curcuma longa* L.). *Acta Pharm.* 52, 137–141.
- Leatherhead Food Research Association (2011). Natural colours overtake artificial/synthetic colours.
- Madsen, B., Hidalgo, G.V. and Hernández, V.L. (2003). Purification process for improving total yield of curcuminoid colouring agent. United States Patent 6,576,273, June 10, 2003.

- Majeed, M. (Ed). (1995). Curcuminoids; antioxidant phytonutrients. NutriScience Publisher, Inc., N.J.
- Marmion, D.A Wiley. 1991. Handbook of U.S. colorants, foods, cosmetics and medical device 3er. Ed. Interscience publication. pp. 14, 23, 24, 44, 130, 173.
- Murugananthi D, Selvam S, Raveendaran N, Meena ST (2008) A study on the direction of trade in the Indian turmeric exports: Markov chain approach. IUP J Agr Econ 4:20-25.
- Newsome, R.L. 1986. "Food Colors". Food Technology, 40 (7), pp. 49-56.
- Perry, R.H and Chilton, C.H (1973) Leaching In Chemical Engineer's Handbook. Fifth Edition. McGraw Hill Inc., N.Y. pp. 17.3-17.8
- Pruthi, J.S. (1976). *Spices and Condiments*. National Book Trust, New Delhi. P. 269.
- Ramanathan, L., and Das, N.P. (1993). Natural products inhibit oxidative rancidity in salted cooked ground fish. J. Food Sci., 58(2), pp. 318-320, 360.
- Rao, R.M., Reddy, R.C.K., and Subbarayadu, M. (1975). Promising turmeric types of Andhara Pradesh, *Indian Spices*, 12, pp. 2-5.
- Raveendran, N. and Aiyasamy, P. K. (2010). An analysis of export grown and export prices of turmeric in India, Indian J. Agriculture Economics. pp 380-382.
- Ravindran, P.N., Babu, K.N., Shiva, K.N., 2007. In turmeric—The genus *Curcuma*. In: Ravindran, P., Botany and Crop Improvement of Turmeric CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 15–70.
- Ravindran, P.N., Remashree, A.B., Sherlija, K.K., 1998. Developmental morphology of rhizomes of ginger and turmeric. Final Report of Indian Council of Agricultural. Indian Institute of Spices Research, Calicut, Kerala State, India.
- Reinfriede, I. 1987. In vitro pigment production: an alternative to color synthesis. Food Technology, 41 (5). pp. 323-331.

- Rodríguez Harrington P. (1986); Contribución al conocimiento de algunas de las propiedades físicas y químicas de los colorantes, para su uso en la industria alimenticia. Tesis ULSA. México
- Rupe, H., Clar, G., Pfau, A., Plattner, P.C., 1934. Volatile plant constituents II. Turmerone, the aromatic principle of turmeric oils (in German). *Helv. Chim. Acta* 17, 372.
- Sair, L., and Klee, L. (1967). Debittering of turmeric. United States Patent (Cl.260-236.5), Sept 5, 1967.
- Santos, F.E. 1998. Colorantes naturales en la industria alimentaria. Avances en aditivos para la industria en alimentos, PUAL, UNAM, México. pp. 3-140
- Sherman, P.W. and Hash G.A. (2001) Why vegetable recipes are not very spicy. *Evolution and human behavior*, 22, pp. 147-163.
- Smith J. (1998). "Food Additive User's Handbook". Blackie Academic and Professional. Inglaterra. Pp. 100-105.
- Spices Board (1995). Quality Improvement. Spices Board, India, October 1995, p. 10.
- Srinivasan, K. (2005 a) Spices as influencers of body metabolism: an overview of three decades of research. *Food Res. Intern.*, 38, pp. 77-86.
- Temmler-Werke (1938). Process for extracting the total pigment material of *Curcuma* drug. German Patent 658958, 20 April, 1938. Temmler-Werke, Vereinigte Chemische Fabriken, Berlin-Johannisthal.
- Ugaz Olga, 1997. Colorantes Naturales. De la Pontificia Universidad Católica del Perú (Edit.), 1er Ed. pp 1-4.
- Velayudhan K.C, Muralidharan V.K, Amalraj V.A, Gautam P.L, Mandal S, and Kumar, D. (1999). Curcuma Genetic Resources. National Bureau of Plant Genetic Resources, Regional Station, Trichur Kerala.
- Walford, J. 1980. "Historical development in food coloration", Development in food colours-1, Walford, J. (comp), J. Applied Science Publishers, London, pp. 1-23.
- Weiss, E.A. (2002). *Spice Crops*. CAB International Publishing, Oxon, UK.

- Wissgott, U. and Bortlik, K. 1996. Prospects for new natural food colourants. Trends in Food Science and Technology, 7, pp.298-302.
- Zollinger, H. 1978. Color chemistry, synthesis, properties and applications of organic dyes and pigments. VCH Alemania Federal, p 367.