



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EVALUACION DE CAROTENOIDES COMO
ADITIVOS EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO - FARMACO - BIOLOGO

ORIENTACION: TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A
EDUARDO ENRIQUEZ HERNANDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

TESIS 1978
M. 1309
FECHA 132
PROC



A mis padres
que han sabido
confiar en mi

Para mi Hermana :

Ma. del Carmen,

como recuerdo a su cariño
y a sus consejos que sir-
vieron para mi formación
profesional.

A mis Hermanos.

Con mucho cariño.

A mi Esposa

Pila, con cariño y
gratitud.

A mis Hijos:

Eduardo e Ivan

A los profesores
de la Facultad de Química
por sus conocimientos impartidos.

Con agradecimiento
Al Ing. Luis Ramírez
de productos Roche, S.A.,
por su colaboración.

PRESIDENTE: PROFRA. NINFA GUERRERO DE LA ROSA.

VOCAL: PROFR. ENRIQUE GARCIA GALIANO P.

SECRETARIO: PROFR. ALEJANDRO GARDUÑO TORRES.

1er. SUPLENTE: PROFRA. BEATRIZ A. MEDINA JIMENEZ.

2do. SUPLENTE: PROFR. FIDEL FIGUEROA MARTINEZ.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: FACULTAD DE QUIMICA.

SUSTENTANTE: EDUARDO ENRIQUEZ HERNANDEZ.

ASESOR DEL TEMA: PROFR. ENRIQUE GARCIA GALIANO P.

EVALUACION DE CAROTENOIDES COMO ADITIVOS
EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

1. - INTRODUCCION Y OBJETIVO.
2. - PROPIEDADES.
3. - GENERALIDADES.
4. - APLICACION EN ALIMENTOS.
5. - DISPOSICIONES LEGALES
6. - CONCLUSIONES.
7. - BIBLIOGRAFIA.

I. - INTRODUCCION Y OBJETIVO.

I. - INTRODUCCION Y OBJETIVO.

Con el avance industrial de todos los sectores de la vida y el desarrollo de la investigación sobre la tecnología de alimentos, durante este siglo condujeron a un cambio radical en los hábitos de alimentación humana, que junto con la moderna ciencia de la nutrición, exige una alimentación variada y completa en cuanto al contenido nutritivo y sustancias activas que sean lo mas independiente posible de las circunstancias locales y de temporada de las materias primas vegetales y animales. Dando lugar a la creación de una industria alimentaria -- que no solamente ha liberado a las amas de casa parcial o totalmente de la preparación de los alimentos, además se han resuelto los problemas de conservación y especialmente los de transporte, cosa que es vital para países con condiciones extremas, ya sea de origen social, económico o político.

La manipulación de alimentos a nivel industrial se basa en el desarrollo científico de los métodos de elaboración. Es increíble el volumen de nutrientes y sustancias activas que se pierden en la preparación casera. En cambio la industria alimentaria mediante procedimientos técnicos puede tratar con más cuidado las materias primas, controlar la influencia desfavorable de la luz, del aire, de la humedad, etc., y compensar las inevitables pérdidas mediante aditivos de sustancias preservativas, y además hacer que los productos alimenticios pre-

senten una forma agradable y apetitosa, evitando en lo posible la pérdida de los colorantes naturales, y/o complementándolos con aditivos de pigmentos naturales.

Aparte de elaborar suficientes alimentos y de la producción de productos de alto valor nutritivo y estables, la industria se preocupa porque sean apetitosos al consumidor.

El color de los alimentos es un factor signficante en su aceptabilidad, al mostrar el alimento su color "natural", su apariencia natural lo presenta más apetecible, cuando los alimentos muestran un color no esperado, se comienza a tener sospecha por el alimento, interpretándolo como posibles señales de contaminación microbiológica, de pobre procesamiento o como una indicación de adulteración. La asociación de color y su aceptabilidad es universal, pero pueden existir diferencias significativas dependiendo de factores, geográficos, étnicos, históricos y sociales, en que los alimentos pueden ser atractivos para un grupo y pueden ser no apetecibles o repulsivos para otros.

En la manufactura de productos alimenticios, la adición de colorantes es parte determinante en esta industria, aún cuando en los procesos existentes se haya evitado en lo posible la pérdida de los colorantes naturales; ya que la coloración de los alimentos, está relacionada directamente con la apetitividad, lo que se refleja en una mayor comercialización de los productos, tanto en el mercado interior como en el exterior. En la actualidad el consumidor se ha acostumbra

do tanto al aspecto de determinados productos coloreados que algunos ya no se consumirían en su estado natural sin colorear. En estas circunstancias es comprensible que los productores de alimentos tiendan más y más al uso de las coloraciones artificiales ya sea con productos naturales o sintéticos que tengan certificados sin evidencia toxicológica.

El objetivo principal de este trabajo, es el considerar la importancia de los carotenoides (*) como colorantes naturales dentro de la manufacturación de los alimentos, principalmente como agentes para impartir, estandarizar o resaltar los colores naturales; su aspecto legal y su valor fisiológico.

Los carotenoides se encuentran ampliamente difundidos en los reinos animal y vegetal y una gran variedad de alimentos deben su color a la presencia de dichos compuestos. Por ejem. la yema del huevo, los tomates, las setas, las hojas verdes, las frutas, ciertas especies de peces etc.

(*) Los carotenoides aislados de productos naturales experimentan grandes variaciones de calidad y poder colorante. En cambio, los carotenoides obtenidos por síntesis son de gran pureza y calidad por lo cual resultan especialmente adecuados para dar a los alimentos un color natural y uniforme, de los cuales son de gran interés el β -caroteno, el β -apo 8' carotenal, el éster etílico del ácido β -apo 8' carotenóico y la cantaxantina.

2. - PROPIEDADES DE LOS CAROTENOIDES.

I. - CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS.

II. - FUNCION FISIOLOGICA.

2. - PROPIEDADES DE LOS CAROTENOIDES.

Las propiedades físicas y químicas de los carotenoides - están referidas en los cuadros No. 1 y 2, y los datos de los compuestos de la vitamina A. son enunciados en el cuadro No. 3.

Los carotenoides puros cristalinos son muy sensibles a - la oxidación y deben envasarse en atmósfera de gas inerte o al vacío: Desde que los carotenoides vienen usándose como colorantes alimenta--rios el marcado efecto estabilizador de los tocoferoles y de la vitamina C, con sus ésteres de ácidos grasos es de particular importancia. La oxidación de los carotenoides es acelerada por la luz y por catalizado--res metálicos, particularmente cobre, manganeso y hierro, hidroperóxi--dos de ácidos grasos, tal como hidroperóxido linoleico, inician la des--composición radical; en soluciones oleosas pueden atacar directamente - el caroteno. Los rayos gama causan la destrucción de los carotenoi--des por reacciones secundarias. También pueden destruirse por oxida--ción enzimática, que tiene un papel importante en la descomposición de las sustancias vegetales.

Otro problema encontrado durante la aplicación práctica - de los carotenoides resulta de la poca solubilidad de estos pigmentos na turales, completa insolubilidad en medios acuosos, poca solubilidad en aceites y muy poca solubilidad en general son propiedades característi--cas de todos los carotenoides, cuanto más puros son los compuestos, -

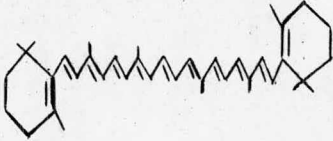
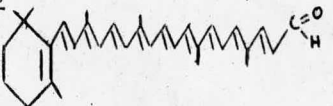
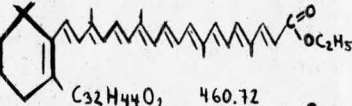
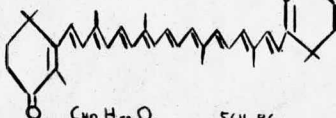
más limitada es su solubilidad.

La solubilidad y otros datos físico-químicos de los cuatro carotenoides sintéticos (el β -caroteno, el apocarotenal, el éster del ácido apocarotenico y la cantaxantina) aplicados como colorantes son enunciados en el cuadro No. 1 y No. 2.

En la caracterización de los carotenoides, uno de los más importantes pasos es la determinación de los espectros de absorción máxima. Generalmente estos compuestos muestran de 2 a 3 bandas nítidas de absorción en el campo visible entre 400 — 600nm. La posición y extinción de estas bandas pueden determinarse exactamente, y estos datos, junto con otras constantes físicas, particularmente los resultados de la cromatografía en capa fina, pueden emplearse para la identificación.

Muchos de los carotenoides también son precursores de la vitamina A y así poseen cierta actividad de vitamina A además de sus características colorantes, son también por lo tanto de importancia fisiológica.

CUADRO #.1 DATOS FISICOS Y QUIMICOS.

Denominación Química	Fórmula estructural Fórmula empírica Peso molecular	Punto de fusión	Máximos de absorción * (en ciclohexano).	Actividad de vitamina A en UI/g	Color del producto puro cristalino.	Matizes que se pueden conseguir.
β -caroteno (trans)	 C ₄₀ H ₅₆ 536.89	176-182°C	Aprox 456 y 485 nm	Aprox 1.6 mill.	Marrón - rojizo	Amarillo naranja
β -Apo-carotenal (trans)	 C ₃₀ H ₄₀ O 416.65	136-140°C	Aprox 461 y 488 nm	Aprox 1.2 mill.	Gris - violeta	Naranja a rojo
Ester etílico del ácido β -apocarotenóico (trans)	 C ₃₂ H ₄₄ O ₂ 460.72	134-138°C	Aprox 449 y 475 nm	Aprox 0.4 mill.	Rojo herrumbe	Amarillo a amarillo a naranjado.
Cantaxantina (trans)	 C ₄₀ H ₅₂ O ₂ 564.86	Aprox 210°C	Aprox 470 nm	--	Marrón violeta	Rojo

(*) Los carotenoides se isomerizan en solución durante el almacenamiento al calentarlos; el isomero predominante para obtener una mezcla equilibrada es el compuesto trans y los valores corresponden al isomero trans.

CUADRO # 2

SOLUBILIDAD gr/100 ml so- lución, 20°C	β -CAROTENO	β -APO-8'-CAROTENAL	ESTER ETILO DEL ACIDO β -APO 8' - CAROTENOICO.	CANTAXANTINA
Grasas, aceites	0.05 - 0.08	0.7 - 1.5	Aprox. 0.7 (Aceite de cacahua- te).	Aprox. 0.004 (Aceite de ca- cahuate)
Aceite de naranja	0.5 - 1.0	1.5		
Agua	Insoluble	Insoluble	Insoluble	Insoluble
Glicerol	Insoluble	Insoluble	Insoluble	Insoluble
Etanol	Debajo 0.01	Aprox. 0.1	Debajo 0.1	Debajo 0.01
Metanol	Debajo 0.01	Debajo 0.1	Aprox. 0.5	Debajo 0.01
Ciclohexano	Aprox. 0.1	Aprox. 0.8	Aprox. 2	Debajo 0.01
Eter de Petróleo (80 - 105°C)	Aprox. 0.1	Aprox. 0.4	Aprox. 0.7	Debajo 0.01
Eter	Aprox. 0.1	Aprox. 1.5	Aprox. 2.5	Aprox. 0.03
Cloruro de metileno	Aprox. 0.5	Aprox. 25	Aprox. 25	Aprox. 3
Benceno	Aprox. 2	Aprox. 12	Aprox. 16	Aprox. 0.2
Cloroformo	Aprox. 3	Aprox. 20	Aprox. 30	Aprox. 10
Acetona	Aprox. 0.1	Aprox. 1.8	Aprox. 1.2	Aprox. 0.03
Disulfuro de carbono	Aprox. 0.5	Aprox. 1.8	Aprox. 15	Aprox. 0.4

CUADRO # 3

PUNTOS DE FUSION Y ESPECTROS DE ABSORCION MAXIMA DE LOS COMPUESTOS DE VITAMINA A

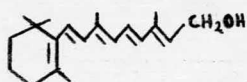
COMPUESTOS DE VITAMINA A	PUNTO DE FUSION °C	ESPECTROS DE ABSORCION U. V. (EN ETANOL)		REACCION CARR - PRICE	
		λ_{max} (nm)	$E_{1cm}^{1\%}$	λ_{max} (nm)	$E_{1cm}^{1\%}$
Vit. A ₁	62-64	325	1832	620	4800
Vit. A ₁ aldehido	61-62	381	1530	664	3470
II-cis-Vit. A ₁ aldehido	63.5-64.4	376.5	878	664	3470
Vit. A ₁ Acido	179-180	350	1510		
Vit. A ₂	63-65	350	1455	693	4100
Vit. A ₂ aldehido	78-79	401	1470	741	4200
II-cis-Vit. A ₂ aldehido	aceite	393	882	741	4200
Vit. A ₂ Acido	183-184	370	1395		

∞

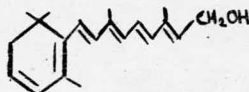
II. - FUNCION FISIOLÓGICA.

La función fisiológica esencial de los carotenoides es actuar como precursor de vitamina A.

La especificidad estructural de una molécula para mostrar la actividad de vitamina A es muy limitada. La primera sustancia designada vitamina A, y subsecuentemente como vitamina A₁, es en la forma de alcohol primario ahora conocido como retinol.



Retinol (Vitamina A₁)



3 Dehidro retinol (Vitamina A₂)

Se han sintetizado y se ha experimentado con numerosas variantes de la molécula de retinol para promover el crecimiento en animales deficientes en vitamina A. En general puede ser anunciado que algún cambio en la molécula excepto en el átomo C-15 terminal -- considerablemente reduce la potencia para promover el crecimiento en tales animales. Por ejemplo, la actividad de la vitamina A es completamente eliminada por modificaciones tales como la saturación de -- una cadena lateral del doble enlace, el cambio del grupo metilo en el C-13 ó acortamiento de la cadena lateral. El único cambio del carbono 1 - C-14 de la molécula retinol que no hace reducir la actividad para promover el crecimiento hasta un muy bajo nivel es otra dehidrogenación. Los compuestos de estos tipos son aquellos de la vitamina A₂, - 3 dehidroretinol o simplemente dehidroretinol, series con un doble enlace extra conjugado en el anillo. Ellos comunmente tienen cerca de la -

mitad de la actividad de los compuestos correspondientes a la vitamina A₁.

Todos los compuestos provitamínicos A pertenecientes al grupo de los carotenoides son producidos por plantas o microorganismos, que junto con la vitamina A sintética y la vitamina A preformada contenida en la leche, huevos, hígado y aceite de hígado de los peces son la fuente principal de suministro para el hombre y los animales de granja. Los animales poseen enzimas presentes en la mucosa intestinal que convierten la provitamina A ingerida a vitamina A, hasta ahora esta conversión no ha sido observada que ocurra en las plantas.

El β -caroteno es el más importante precursor de la vitamina A en la nutrición humana, ya que su presencia en alimentos e ingredientes de piensos, particularmente de origen de hojas sobresale grandemente en concentraciones de otros compuestos activos de vitamina A, la criptoxantina está presente en el maíz amarillo y contribuye con actividad de vitamina A significativa cuando altos niveles de maíz amarillo son usados en raciones para animales.

La actividad de la vitamina A de compuestos puros ha sido medida en pruebas biológicas bajo condiciones bien definidas de laboratorio con los siguientes datos.

CUADRO DE ACTIVIDADES DE VITAMINA A DE CAROTENOIDES.¹

CAROTENOIDE	ACTIVIDAD ²	VIT. A. U. I/g.
β -Caroteno		1 667 000
α -Caroteno		880 000
γ -Caroteno		750 000
Equineonona		890 000
Criptoxantina		950 000
Torularodina		Activa
β -apo 8' carotenal		1 100 000
Ester etílico del ácido -		
β -apo 8' carotenóico		420 000
β -apo 12' carotenal		2 000 000
β -zea caroteno		420 000
Citranaxantina		Activo.

1. - DATOS EN CRECIMIENTO DE RATAS.

2. - UI/g. de vitamina A corresponde a la actividad biológica de 0.344 μ g de acetato vitamina A todo trans.

Muchos carotenoides no mencionados en el cuadro, no tienen o tienen débil actividad de vitamina A, ya que varios de los carotenoides enunciados en el cuadro se encuentran solamente como mezcla natural contenida en alimentos e ingredientes de piensos. Los tres carotenoides sintéticos el β -apo-carotenal, el éster etílico del ácido β -apocarotenóico y la citranaxantina son aplicados en alimentos de aves como preparaciones puras estabilizadas y su potencia de vitamina A está determinada, por el uso de pruebas de laboratorio para productos puros.

Las medidas en diferentes animales y con métodos diferentes de las potencias de vitamina A de estos carotenoides pueden variar por un cierto grado. Por ejemplo, en el experimento de crecimiento de pollos para el β -apo-carotenal se ha observado una potencia biológica de solamente 658 000 UI/g. al lado de éstos 3 carotenoides, el β -caroteno sintético, es usado para la nutrición humana, solamente si es administrado en dietas en bajo nivel, tal como margarina y productos teóricos, el valor es el anotado en el cuadro, de otro modo, debido a la absorción limitada o transformación a vitamina A, el valor verdadero para la potencia de vitamina A es bajo, en el experimento de crecimiento de ratas, las preparaciones β -caroteno hidrosolubles pueden tener la misma actividad biológica que el β -caroteno indica

do en el cuadro de actividades de vitamina A de carotenoides.

Por lo tanto, en alimentos coloreados por este tipo de preparaciones, la actividad biológica es considerada completa.

En ingredientes de piensos y alimentos de origen natural el β -caroteno todo trans está siempre acompañado por otros numerosos carotenos y carotenoides, aparte del β -caroteno todo trans de actividad teórica de vitamina A 1667 000 UI/g. debemos considerar (a) los isómeros geométricos del β -caroteno todo trans por ejem. el neo U - β -caroteno y el neo B - β -caroteno cada uno tiene cierta actividad de vitamina A la cual es de cualquier modo, en todos los casos más bajo que la del β -caroteno todo trans. (b) los isómeros estructurales tales como α y β -carotenos etc. con actividades de vitamina A también más bajas que la del β -caroteno (c) ciertos carotenoides relaciones con actividad de vitamina A ejemplo equineona, y (d) productos de degradación de los compuestos arriba mencionados que pueden tener aún alguna actividad de vitamina A.

En muchos de los métodos analíticos aplicados para los alimentos e ingredientes de piensos, estos compuestos congéneres son extraídos con el β -caroteno todo trans y no son completamente separados de él. En general, por lo tanto los valores medidos de β -caroteno en alimentos e ingredientes de piensos son también altos.

Bajo condiciones prácticas muchos factores internos y externos pueden influenciar la conversión de carotenos activos \leftrightarrow vitamina -

A y carotenoides, vitamina A para animales de granja en que la potencia real de vitamina A puede ser significativamente más baja que el valor obtenido.

La potencia de vitamina A de fuentes naturales de β -caroteno fue recopilada de datos bibliográficos y pueden ser usadas bajo muchas condiciones prácticas donde la conversión de β -caroteno no es muy importante.

Los mismos problemas se producen al considerar la actividad de fuentes naturales de provitamina A en alimentos, para estos propósitos prácticos si no hay ninguna otra información aprovechable y el isomero de β -caroteno contenido en tal alimento es útil, la IUPAC ha propuesto una potencia de vitamina A del β -caroteno; el μg de β -caroteno es equivalente a 0.167 μg . de retinol ó 0.56 UI de vitamina A.

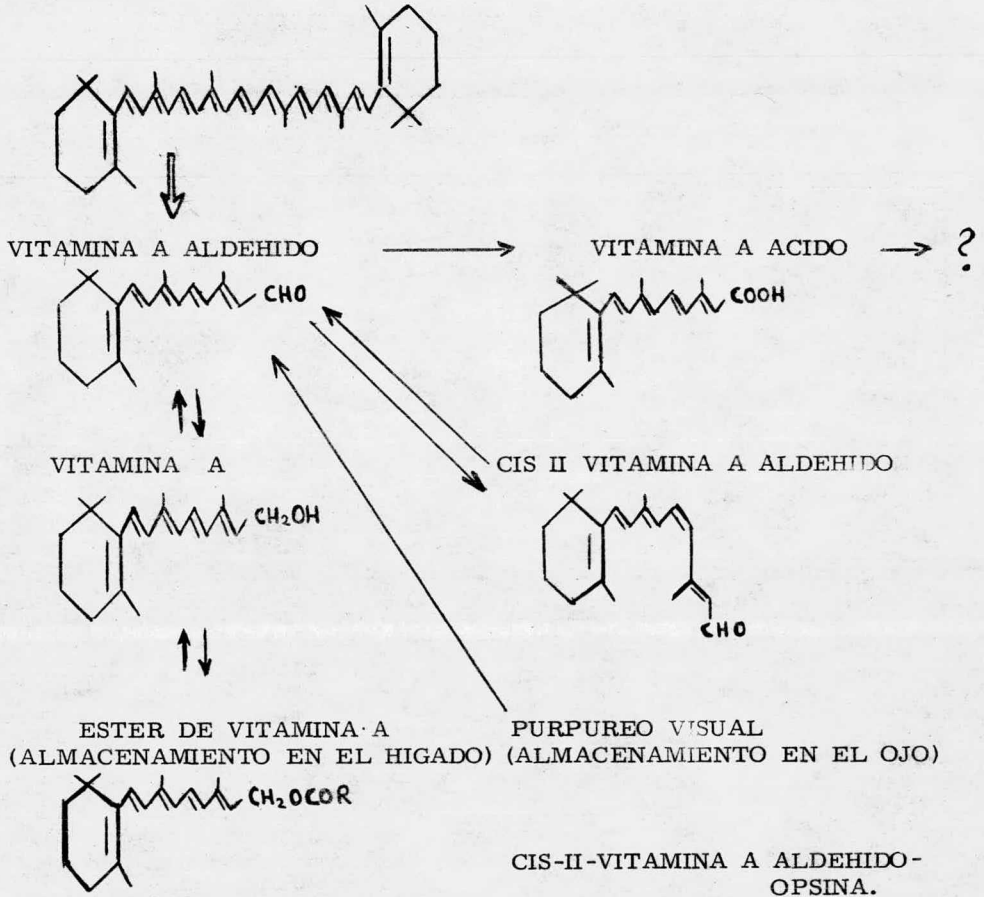
Los derivados provitamínicos A aldehídos se reducen por oxidación en la mucosa intestinal, mediante la enzima alcohol deshidrogenasa que reduce el aldehído a vitamina A toda trans, que es transportado a el hígado o a los sitios de acción.

Para almacenar la vitamina A es esterificada enzimáticamente y fijada en el hígado, principalmente como palmitato. Los esterres pueden ser convertidos a vitamina A y vitamina aldehído. Por otro lado, la oxidación a vitamina A ácido por una oxidasa es irreversible, una isomerasa específica presente en la retina efectúa la isomerización

de vitamina A aldehído a el compuesto de configuración cis 11.

(Ver esquema de las Transformaciones de la Vitamina A In vivo)

ESQUEMA DE LAS TRANSFORMACIONES DE LA VITAMINA A In vivo
 β -CAROTENO (PROVITAMINA A)



R = PRINCIPALMENTE
 COMO PALMITICO

3. - GENERALIDADES DE LOS CAROTENOIDES.

I. - INTRODUCCION.

II. - PRESENCIA NATURAL.

III. - FUENTES NATURALES.

IV. - SINTESIS INDUSTRIAL.

**V. - PRODUCTOS PREPARADOS DE COMPUESTOS
QUIMICOS PUROS.**

**A) PRODUCTOS PARA COLOREAR ALIMENTOS
GRASOS.**

**B) PRODUCTOS PARA COLOREAR ALIMENTOS
HIDROSOLUBLES Y PROCESOS DE SOLUBILI
ZACION DE LOS CAROTENOIDES.**

3. - GENERALIDADES DE LOS CAROTENOIDES.

I. - INTRODUCCION.

De las varias clases de pigmentos en organismos vivos, no hay duda que los carotenoides son los más importantes y los más extendidos, se encuentran en todo el reino vegetal, no obstante que su presencia es a menudo enmascarada por la clorofila. Ellos son los responsables de los colores amarillo y rojo brillante en flores y frutas, también se encuentran en insectos, pájaros y otros animales.

La habilidad para producir los carotenoides parece estar desarrollada en una etapa prematura de evolución. Algunas bacterias, las algas, y las plantas superiores preservan esta capacidad, pero en animales, ciertamente las órdenes superiores parecen ser dependientes de sus carotenoides sobre aquellos presentes en su dieta. Sin embargo, transformaciones subsecuentes de carotenoides obtenidas de la dieta, algunas veces trae como consecuencia pigmentos característicos del animal que no son normalmente determinados en organismos capaces de carotenogenesis de novo.

Muchos carotenoides son coloreados brillantemente debido a la presencia en la molécula de un cromoforo consistente principalmente, o enteramente de una cadena de dobles enlaces conjugados. No obs

tante pocos carotenoides tienen polienos cromóforos que son además -- limitados para detectarse por el ojo humano. Un número de estas sus-
tancias son ahora conocidas por ser importantes intermedios en la bio-
síntesis de otros carotenoides.

La mayoría de los carotenoides son tetraterpénicos y -- como tal, pueden ser formalmente estimados como resultado de la --
unión sucesiva de ocho unidades de isopreno. La unión de estas unida-
des es la manera normal cabeza-cola, excepto en el centro de la molé-
cula donde el orden es reverso para que el esqueleto C-40, visto como
un todo, sea simétrico.

Las modificaciones estructurales básicas de los carotenoi-
des son comparativamente pocas y su presencia en diferentes combina-
ciones cuenta para las diferentes variedades de los carotenoides natura-
les. Alrededor de 300 son ahora conocidas y el número está incremen-
tado rápidamente. Muchos de éstos son carotenoides oxigenados, xanto-
filas y el número de carotenos o hidrocarbones es relativamente peque-
ño.

Las concentraciones en que los carotenoides se encuen- -
tran son bajas, pero varían enormemente de una fuente a otra, el máxi-
mo para carotenos está referido a el borde rojo de la corona de el ojo
del faisán narcissus, narcissus majalis. Aquí el β -caroteno puede cons-
tituir arriba del 16% de la materia seca. Además la velocidad diaria de
formación de β -caroteno alcanza 70 $\mu\text{g}/\text{mg}$ en materia seca; esto es so-

bre 10 000 veces la velocidad de formación observada en raíces de zanahorias.

La producción total de carotenoides en la naturaleza ha sido estimada conservadoramente en alrededor de 10^8 ton/año. La mayor parte de esta producción es en la forma de cuatro carotenoides: Fucoxantina el pigmento característico de muchas algas marinas y sin duda el carotenoide natural más abundante y los tres principales carotenoides en hojas verdes, luteína, violaxantina y neoxantina. Por comparación todos los carotenoides restantes son producidos en pequeñas cantidades; aunque algo de β -caroteno y zeaxantina, se encuentran muy ampliamente, y otros, tales como licopeno, capsantina, bixina, y espironoxantina, constituyen el pigmento principal en un organismo particular.

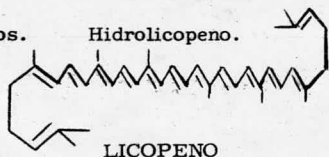
II. - PRESENCIA NATURAL.

Es importante dirigir la atención a los diferentes tipos de carotenoides y el organismo principal en los cuales ellos son encontrados, para este propósito es conveniente dividir los carotenoides solamente en una docena de clases principales.

CLASE DE CAROTENOIDES TIPOS DE CAROTENOIDES ORGANISMOS PRINCIPALES DONDE SE ENCUENTRAN.

1). - Carotenos acíclicos.

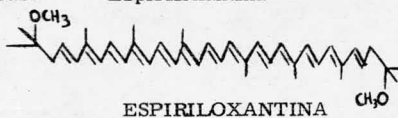
Hidroliscopeno.



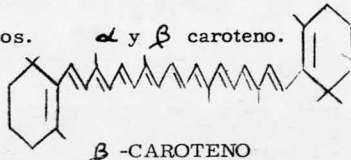
En zanahorias y tomates.

2. - Xantofilas acíclicas.

Espiriloxantina

En bacterias athiorhodaceae y algunas especies thiorhodaceae.

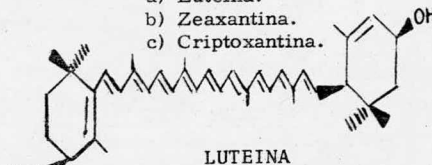
3. - Carotenos alicíclicos.

 α y β caroteno.En plantas superiores, - bacterias, hongos y algas por ejem. β -caroteno distribuido en las mucorales.

4. - Xantofilas alicíclicas

1-Oxígeno sustituyentes en C-3.

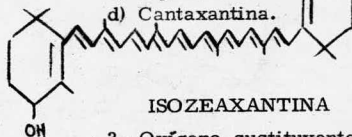
- a) Luteína.
b) Zeaxantina.
c) Criptoxantina.



En algas y plantas superiores por ejem. la Zeaxantina presente en el maíz amarillo.

2-Oxígeno sustituyente en C-4.

- a) Isocriptoxantina.
b) Isozeaxantina.
c) Equinenona.
d) Cantaxantina.

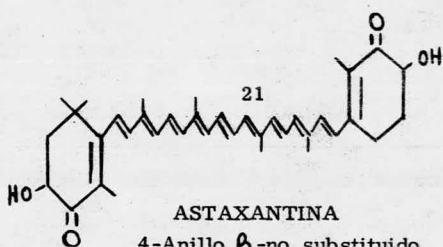


En algas e invertebrados marinos, bacterias y crustáceos por ejem. en los flamings.

3-Oxígeno sustituyente en ambos C-3 y C-4.

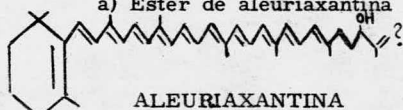
- a) Crustaxantina.
b) Astaxantina.

En algas no fotosintéticas, bacterias, crustáceos por ejem. la astaxantina presente en langosta homarus gammarus y otros invertebrados marinos.



4-Anillo β -no substituido
a) Ester de aleuriaxantina

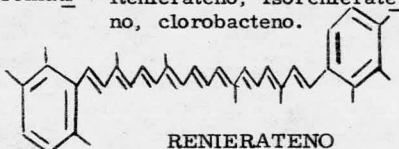
En hongos aleuria auran-
tía.



5). - Carotenoides aromáti-
cos.

Renierateno, isorenierate-
no, clorobacteno.

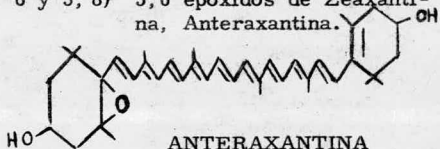
En esponjas, especies -
de micobacterium por -
ejem. la esponja Reniere
Japónica que contiene Re-
nierateno.



6). - Epóxidos (5, 6 y 5, 8)

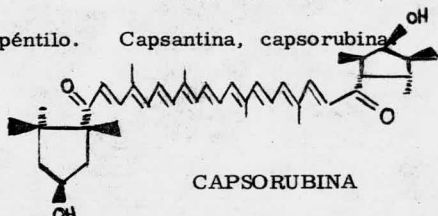
5,6 epóxidos de Zeaxanti-
na, Anteraxantina.

En plantas superiores y
algas.



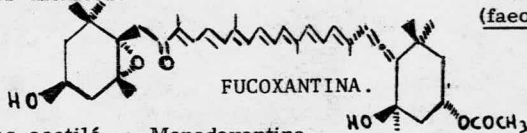
7). - Cetonas ciclopéntilo.

Capsantina, capsorubina



8). - Carotenoides alénicos.

Presente en algas pardas
(faeificae).

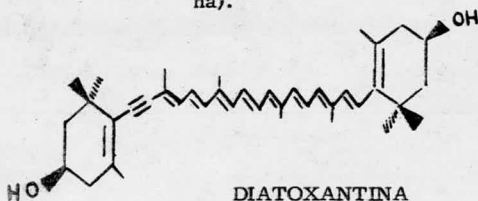


9). - Carotenoides acetilé-
nicos.

Monadoxantina
Crocioxantina (son obti-
dos análogos de luteina y
zenoixantina).

Diatoxantina (es monoacetilénico análogo de zeaxantina).

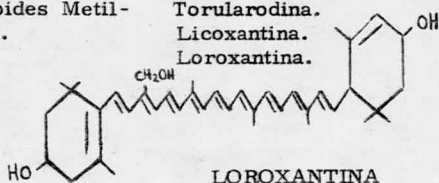
Se encuentra en Algas, - animales marinos ejem. la diatoxantina en diatomeas y crisoficeae.



10). - Carotenoides Metiloxidados.

Torularodina.
Licoxantina.
Loroxantina.

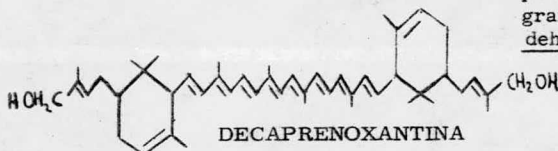
En algas, por ejem. loroxantina en algas verdes Scenedesmus obliquus.



11). - Carotenoides superiores (C_{45} y C_{50})

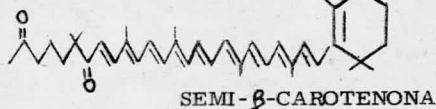
Decaprenoxantina.
Nonaprenoxantina.

En bacterias no fotosintéticas por ejem. la decaprenoxantina en bacterias gram (+) y flavobacterium dehydrogenans.



12). - Carotenoides degradados.

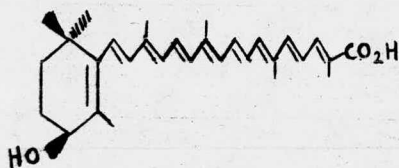
a). -Seco-carotenoides.
la semi β -carotenona y β -carotenona de la oxidación de β -caroteno.



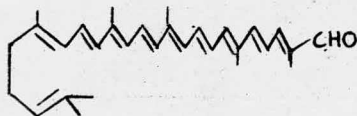
b). -Apo-carotenoides.
la β -citaurina es derivado de Zeaxantina.

Por ejemplo. Apo-6' lycopenal y apo-8' lycopenal en tomates.

23

 β - CITRAURINA

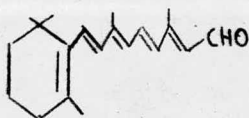
Apo- 6' Licopenal.
Apo- 8' Licopenal.
Ambos derivados de
licopeno.



APO-8'-LICOPENAL

c). - Terpenos relaciona
dos. Vitamina A y reti-
nal, son degradacion de
 β -caroteno.

Presentes en el acei
te de hígado de balle
na.



RETINAL

Algunas consideraciones de las clases significativas de ca
rotenoides y de los organismos en que ellos se encuentran, son las si-
guientes:

La habilidad para introducir funciones oxígeno en C-1 ó
C-2 ó en ambas posiciones, en un grupo final acíclico, es un factor de
muchas bacterias, algas verdes azuladas y hongos sarcosifaceae; sola
mente las bacterias purpureas fotosintéticas, son capaces de sintetizar

los metoxi-carotenoides. Las algas, algunas bacterias y hongos producen carotenoides con grupos finales alicíclicos conteniendo anillos de seis miembros. Tales estructuras son también muy comunes entre los carotenoides de plantas superiores. Los 5, 6 epóxidos de estos grupos cíclicos finales, particularmente esos con un sustituyente en C-3 son también típicos de muchas algas y plantas. Sin embargo, el grupo final alicíclico con una función carbonilo en C-4, aunque común en algunas algas, bacterias y animales, no se ha encontrado en plantas superiores.

La habilidad de algunas bacterias para aromatizar el grupo final cíclico es acción de una esponja marina (*reniere japonica*) y por estreptomicies mediterrani. La producción de los carotenoides C₄₅-C₅₀ con un sustituyente en C-2 y/o C-2' parece ser limitado para ciertas bacterias no fotosintéticas.

Ambos alenos y acetilenos son producidos por algas, todas las plantas verdes sintetizan el aleno neoxantina, pero ningún ejemplo es conocido de carotenoide C₄₀-acetilénico de alguna de las plantas superiores.

Los carotenoides en algas y bacterias proveen una amplia variedad de tipos estructurales que los determinados en plantas superiores. El grupo final de los carotenoides en las plantas son vistos en los pigmentos de los organismos simples, con una excepción: la capsantina; los hidroxicarotenoides a menudo se encuentran en la naturaleza -

en la forma de derivados. Estas xantofilas están presentes principalmente en frutas como esteres de ácidos grasos, en contraste a las xantofilas en las hojas. En hongos aún los alcoholes terciarios fillipsia xantina, plectanioxantina y pigmentos relacionados se encuentran principalmente como esteres de ácidos grasos.

Por muchos años la crocina, el ester digentiobiosil de crocetina determinado en azafrán (saffron) suministro el único ejemplo de un carotenoide glucosido. Ahora los pigmentos bacteriales pleixantofila y 4-cetopleixantofila son reconocidos como d-dlucosidos terciarios, corinexantina suministro un ejemplo de un glucosido primario y un pigmento de una bacteria halofílica.

En relación a las carotenoproteínas en las cuales hay una combinación entre una proteína y astaxantina u ocasionalmente algún carotenoide tal como β -caroteno y luteína frecuentemente se encuentran en asociación con proteínas sin, aparentemente interacción específica. En plantas es a menudo supuesto que el carotenoide se localiza en la grana de los cloroplastos en la forma de cromoproteínas.

Se han analizado varias frutas europeas, estos análisis indican una proporción altamente variable entre el β -caroteno y el total de carotenoides en estas frutas.

Grandes cantidades de carotenoides están presentes en la naturaleza muy finamente dispersos, y en esta forma, son capaces de colorear medios acuosos. Los carotenoides en naranjas, tomates, za-

nahorias, son ejemplos bien conocidos. La solubilidad sobresaliente de los carotenoides - proteínas colorantes o complejos lipoproteínas - naturales dispersables en agua es probablemente debido a su ultraestructura. Pero notablemente poco es conocido de la naturaleza del enlace-proteína-carotenoide. Esto es aplicable también a los carotenoproteínas, que contienen carotenoides y proteínas en proporciones estequiométricas y que son extraordinariamente interesantes en el panorama de los colores verde, azul y otros, de estas combinaciones particulares.

En plantas superiores, los carotenoides están presentes en los cromoplastos; como en todos los organismos fotosintéticos, las xantofilas no son esterificadas. En otoño las laminillas de xantofilas liberadas de la desintegración de cloroplastos son esterificadas y con eso llegan a ser más lipofílicas.

Los carotenoides de las frutas son conjugadas con proteínas en algunas raíces que contienen cantidades significantes de carotenoides, generalmente predominan los carotenos, ejemplos las zanahorias y las papas dulces. Los carotenos en las zanahorias están localizados en gotas lipídicas o "glóbulos", en filamentos y/o en cristales.

Los cromoplastos cristalinos contienen, en adición por proteína, R.N.A., D.N.A. y fosfolípidos. Se ha demostrado por estudios de microscopía electrónica y microscopía de polarización que los cromoplastos "cristalinos" contienen laminillas anisotrópicas de lipoproteínas, en los cuales el caroteno sobrante es almacenado. Los estu-

dios de la unión de carotenoides a lipoproteínas de cloroplastos en hojas verdes indican una fuerza de heterogeneidad que está asociado con un metabolismo heterogeneo.

En tejidos de animales los carotenoides pueden estar disueltos en grasas.

Las proteínas en que los carotenoides están presentes en proporciones estequiométricas como grupo prostético constituyen un conjunto muy interesante de compuestos, siendo que la combinación de un carotenoide con una proteína puede ampliar el rango de colores a verde, morado, azul y negro. A pesar de estas propiedades interesantes, notablemente poco es conocido de estos compuestos. Se ha reportado una lista de la presencia de carotenoproteínas en invertebrados, que incluye sobre 120 especies de animales.

Según lo cual los complejos proteínas-carotenoides pueden ser subdivididos solamente (1) caroteno-proteínas verdaderos, con una relación estequiométrica estricta entre el carotenoide y la proteína, y (2) lipoproteínas, en que los carotenoides están asociados con el componente lipídico, y en el cual una relación estequiométrica no ha sido probada. Una propiedad característica de ambos tipos de complejos es mostrada en una modificación importante del espectro de absorción del carotenoide. La mayoría de los complejos de carotenos-proteínas son azul a verde cuya absorción máxima principal oscila entre 560 y 680 nm.; los otros son rojos a morados con su máximo entre 490 y

532 nm. excepcionalmente, sus máximos son más bajos que los de los carotenoides libres; algunos complejos verdes aparecen por el resultado de un complejo estequiométrico azul en combinación con un carotenoide libre disuelto en un lípido.

El factor discutido arriba explica que las características de el color, su estabilidad y funcionamiento químico depende no solamente de la naturaleza química de el carotenoide colorante presente en el alimento, sino en un grado alto en la distribución físico química.

La causa principal del daño al carotenoide durante el procesamiento del alimento y almacenaje es la oxidación. La presencia de complejos caroteno-proteínas naturales y los carotenoides con proteína-adsorbida son más estables que los carotenoides como tal. Destruyendo los complejos naturales por calentamiento o tratamiento con solventes solubles en agua tal como alcohol y acetona, usualmente conduce a una disminución en la estabilidad. Puede haber pérdida de carotenoides durante el procesamiento de alimentos, también en el almacenamiento y procesamiento de la leche y productos de leche y el almacenamiento y procesamiento de frutas cítricas.

La estabilidad del β -caroteno en vegetales deshidratados ha sido investigada. La deshidratación y el aumento de superficie, por ejemplo en frutas liofilizadas o pulverizadas y productos vegetales, generalmente conduce a una muy pobre estabilidad a menos que los productos sean protegidos de aire por almacenamiento en una atmósfera inerte

o al vacío. El tipo de pretratamiento usado y la temperatura de almacenamiento son variables significantes en el envasado, controlando la estabilidad de los carotenoides en el producto terminado. En general, poca o prácticamente ninguna pérdida se encuentra durante el envasado y subsecuente almacenamiento a temperaturas ordinarias. La adición de BHA y BHT y mezclas con ácido cítrico o pirofosfato ácido de sodio mejora la estabilidad durante el almacenamiento del enlatado, precocidos y hojuelas de papas dulces deshidratadas.

Los carotenoides en productos de macarrones sufren cambios oxidativos durante la manufactura por la influencia de varios factores que destruyen los carotenoides.

La irradiación puede conducir a pérdidas del β -caroteno. Las microondas y cocimientos normales tienen poco o ningún efecto en los carotenoides.

Cuando los vegetales son cocidos y se mantienen en calor, o los tiempos de cocimiento son prolongados apreciables pueden ocurrir pérdidas.

La prevención de pérdida de carotenoides en jugos de frutas cítricas y bebidas correspondientes es aún un problema técnico. El grado de destrucción del color depende de la cantidad de oxígeno y la duración de exposición a la luz. Los antioxidantes adicionados pueden controlar este efecto.

El antioxidante más usual es el ácido ascórbico. El mecanismo de destrucción depende de muchos otros parámetros, ejemplo - trazas de metales pesados, la estabilidad máxima y la eficacia del ácido ascórbico puede ser llevada a cabo solamente si todas las precauciones son estrictamente seguidas durante el procesamiento.

III. - FUENTES NATURALES.

Una posibilidad incluye el empleo de fuentes naturales de carotenoides en la producción de preparaciones colorantes.

Los pigmentos naturales de las plantas pueden emplearse como colorantes. Los procesos para la extracción y purificación son ya descritos.

Por lo general, estos métodos conducen a niveles variados de la intensidad de color y la concentración del pigmento puro es frecuentemente muy bajo. Desde la introducción del β -caroteno sintético bajo considerablemente el mercado de carotenos y extractos naturales.

Los extractos de plantas, animales o microorganismos - que contienen carotenoides son utilizados para colorear alimentos, estos extractos son a menudo procesados antes de usarlos, como son el annatto, azafran (saffron), paprika, xantofilas etc. que se han utilizado por centurias.

1. - Anatto. - Este término incluye una serie completa - de preparaciones de colorantes, basado en extractos de las semillas de el árbol annatto, bixa orellana. Los pigmentos están presentes en la - capa delgada resinosa de la semilla y el mayor componente consiste de bixina.

La bixina es el principal pigmento de preparaciones lipo- solubles de preparaciones de annatto y norbixina, el producto de saponi- ficación de bixina, la principal materia colorante de los productos hi- - drosolubles.

Las preparaciones de annatto son usadas para colorear - aceites, pastas, mantequillas, margarinas, quesos, embutidos, aderezos, productos de panificación, mezclas con oleoresinas de paprika producen coloraciones rojizas y pueden ser usadas en quesos procesados. Las - mezclas con curcumina son más amarillas en color y son preferidas - por ser más estables. Las preparaciones hidrosolubles consistentes - principalmente de norbixina más o menos de 0.1 al 3% en hidróxido de potasio acuoso, de polvos hidrosolubles, de tabletas conteniendo carbo- nato de potasio, con aplicación en coloración de quesos, cereales y he- lados de leche. En polvos insolubles es aprovechable para especies y carnes.

Como los ácidos carbóxicos son componentes principales de las preparaciones de annatto, todos estos productos son sensibles a variaciones de pH. Esta sensibilidad es de interés práctica solamente

en alimentos de pH bajos, donde la coloración puede cambiar a rosa. -
Por métodos especiales la cáscara de frutas cítricas puede ser coloreada por preparaciones de annatto.

2. - La oleoresina de paprika es el extracto aceitoso de paprika, (capsicum annum), la coloración impartida tiene rango de un rojo carmesí a un pálido amarillo rosado, dependiendo de las concentraciones usadas. El material puede ser usado en aderezos, salsas y particularmente en productos de carne, incluyendo embutidos, donde se ha admitido como una especie. Es a menudo usado en combinación con annatto para colorear quesos procesados.

Esta oleoresina consiste de cerca de 37 a 54 pigmentos - dependiendo en el modo de preparación (extracto de paprika sin blanquear o blanqueada), de los cuales solamente 21 son completamente identificados, 33 lo son tentativamente.

Los pigmentos principales son en general esterés de la capsantina y capsorubina.

3. - Extractos de tomate. - Puede ser usado en ciertos casos como colorantes de alimentos. Ellos contienen licopeno, como el principal pigmento carotenoide.

4. - Azafrán (saffron). Consiste de las estigmas secas de Crocus sativus y contiene crocina; que siendo una especie, tiene la

ventaja de ser ampliamente aceptado en sopas, productos de carne y quesos. El color amarillo es atractivo en bebidas y alimentos especiales.

IV - La síntesis industrial ha hecho posible disponer de una gama de carotenoides en la industria alimentaria, hasta ahora todos los procesos de producción industrial para carotenoides están basados en la β -ionona, un importante intermedio de la industria perfumera. Esta puede ser obtenida por síntesis total de acetona y acetileno vía de hidrolinalol, o por síntesis parcial de β -pineno vía citral. La producción de aceite de pasto de limón que contiene 75% de citral no es muy económica.

En este procedimiento la β -ionona se convierte en β -C14 aldehído y posteriormente en β -C19 aldehído, estos aldehídos son productos claves de los procesos Roche; de dos moles de β -C19 aldehído y acetileno, sintetizan el β -caroteno simétrico y posteriormente la can_{taxantina} puede ser sintetizada.

Los β -apo carotenoides son preparados del β -C19-aldehído, citranaxantina es preparada del β -apocarotenal y acetona. (ver proceso industrial).

Todos los procesos industriales para la producción de vitamina A están también basados en la β -ionona. Procedimientos muy recientes, usados en síntesis de Wittig para olefinas también conducen

al β -caroteno y a los β -apo carotenoides vía vitamina A. En el presente otros dos carotenoides; el pigmento del tomate, licopeno y un éster del pigmento azafrán (saffron), la crocetina están siendo ensayados como colorantes amarillo y rojo para alimentos, respectivamente. En este uso los carotenoides no tóxicos son reemplazantes de colorantes Azo-amarillos y rojos que están prohibidos por las legislaciones alimenticias. Los pigmentos carotenoides, que están presentes en el hombre y a través de los alimentos son fácilmente metabolizados.

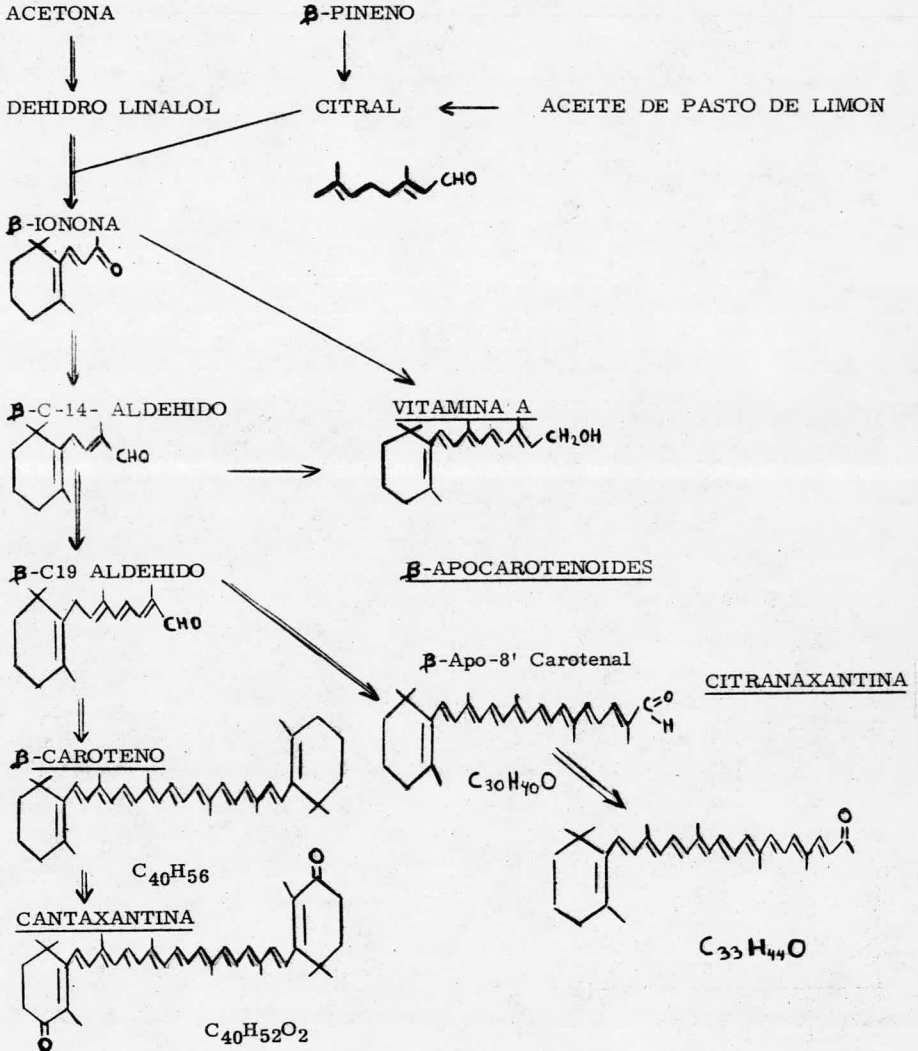
V.- Productos preparados de compuestos químicos puros.

Algunas características de los carotenoides, especialmente su estabilidad, su poca solubilidad y lenta velocidad de solución, hicieron necesario el desarrollo de una tecnología especial, ya que los productos cristalinos como tales fueron de muy poca utilidad práctica.

Las formas comerciales adecuadas fueron creadas para satisfacer los requerimientos de la industria alimentaria dentro de las limitaciones impuestas por las propiedades de los mismos carotenoides. Puesto que los carotenoides son pigmentos liposolubles, la única dificultad encontrada para colorear alimentos grasos, su lenta velocidad de solución, fue superada desarrollando una dispersión micropulverizada.

A continuación, también se expone brevemente la presencia en la naturaleza de los carotenoides hidrosolubles y las técnicas que permiten el desarrollo de formas comerciales adecuadas para el

PROCESO INDUSTRIAL SINTETICO



empleo en alimentos no grasos y se menciona el uso del pamtato de - ascorbilo para la producción de las formas comerciales de carotenoides hidrosolubles.

a). - Productos para colorear alimentos grasos.

El compuesto puro principal usado para colorear alimentos grasos en escala industrial es el β -caroteno, sintético pues el natural ya no está en el mercado.

Al añadir β -caroteno en alimentos grasos, la poca solubilidad del pigmento cristalino, es una considerable desventaja. Esta dificultad encontrada en la preparación de formas comerciales de β -caroteno, fue resuelta al reducir el tamaño de los cristales.

A causa de su gran extensión de superficie, el β -caroteno microcristalino es extremadamente sensible a la oxidación por el aire, esta es retardada mediante la suspensión de los microcristales en aceites o grasas.

Los principales productos para colorear alimentos grasos contienen una suspensión oleosa correspondiente a una concentración de 20 a 30%.

Una preparación comercial del β -caroteno al 30%, se elabora al pasar los cristales de β -caroteno a través de un molino coloidal para que las micropartículas de éste permanezcan suspendidas en aceite de mani refinado, grado inyectable, totalmente libres de peróxidos para evitar la oxidación. Todas las operaciones se realizan en lo-

cales estériles y en atmósfera inerte de nitrógeno, esta preparación alcanza una actividad biológica de 480,000 U.I. de vitamina A por gramo.

Se han utilizado este tipo de preparaciones para colorear la margarina, mantequilla, crema, queso, productos fritos, aceites comestibles y alimentos grasos en general.

b).- Productos para colorear alimentos hidrosolubles y - procesos para solubilización de carotenoides.

Usando carotenoides cristalinos puros, es posible preparar carotenoides dispersables en agua por 1) formación de suspensiones coloidales, 2) emulsificación de soluciones oleosas y 3) dispersión en coloides apropiados particularmente con la adición de agentes surfactantes.

1) Las suspensiones coloidales son usualmente formadas, en primer lugar, disolviendo carotenoides en un solvente miscible con agua, como el alcohol o la acetona; luego adicionando esta solución al agua, y, finalmente quitando el solvente orgánico mediante evaporación, no obstante, la concentración de estas suspensiones es muy baja y generalmente muestran un matz rojizo no natural.

2) Las emulsiones de soluciones oleosas de carotenoides en medios acuosos pueden prepararse, pero la poca solubilidad de los carotenoides en aceites limita las emulsiones a bajos niveles de potencia, mayores concentraciones se consiguen calentando el aceite a más de 100°C. La emulsión obtenida puede emplearse como líquido o puede

ser convertida en perlitas secas mediante secados de pulverización u - otro método adecuado. Aparte de la aplicación de calor que, general- mente conduce a cierta isomeración del carotenoide disuelto también -- puede aumentarse la concentración empleando un solvente mejor. Tales solventes que disuelven cantidades relativamente grandes de carotenoides son aceite de naranja, ésteres del ácido diterpenico, por ejemplo, éste res del ácido abiético, acetoglicéridos, alcoholes aromáticos o sus de- rivados.

Sin embargo, el olor específico de la mayoría de tales - solventes restringe el campo de aplicación de dichos productos.

3) Se obtienen dispersiones muy finas de carotenoides em- pleando los solventes en combinación con agentes activos de superficie y emulsionando dichas soluciones en agua o dispersiones acuosas de -- coloides especiales, tales como sucrosas ésteres de ácidos grasos, -- polivinil pirrolidona y copolímeros y mezclas de metilcelulosa y polisa- caridos.

Las emulsiones obtenidas son bastante estables; sin em-- bargo el uso de dichos coloides especiales se prohíbe en la mayoría de los países.

Los preparados de carotenoides dispersables en agua fácil- mente son obtenidas emulsionando una solución de carotenoide en un sol- vente volátil dentro de una solución acuosa de un coloide hidrofílo, eva- porando el solvente y si se desea convirtiendo la dispersión en un pro-

ducto seco. Se producen dispersiones todavía más finas empleando sales de palmitato ascórbilo como agentes activos de superficie:

Comercialmente el β -caroteno al 10% hidrodispersable, se presenta en forma de un polvo suelto, formado por pequeñas partículas esféricas en donde el β -caroteno se encuentra en forma de una muy fina y homogénea dispersión en una base de gelatina, azúcar y almidón.

La elaboración de esta presentación, es mediante una solución de β -caroteno en cloroformo, la cual se agrega a otra solución conteniendo el aceite de maní, el del alfa tocoferol y palmitato de ascórbilo, y se agita hasta completa homogenización. Esta mezcla se emulsifica seguidamente con una solución acuosa de gelatina y azúcar.

De esta emulsión se libera completamente el cloroformo mediante vacío y se hace pasar seguidamente a través de un secador por aspersión, recibiendo en una capa de almidón de maíz en la parte inferior de la torre de secado. Después de la solidificación de las partículas los gránulos se separan del almidón de maíz excedente y se secan. El producto final se envasa en recipientes herméticos en atmósfera de nitrógeno.

El elevado grado de dispersabilidad es una característica de los agentes colorantes preparados según este proceso, soluciones acuosas poseen mucho poder de coloración y muestran una ligera curva de absorción similar a la de una verdadera solución; una suspensión --

coloidal obtenida mediante uno de los procesos habituales (inciso I) tiene, por otra parte una baja y no específica absorción y el matiz rojizo ya mencionado.

4. - APLICACION EN ALIMENTOS.

- I. - BEBIDAS CARBONATADAS Y ZUMOS DE FRUTA
- II. - MANTEQUILLA Y MARGARINA.
- III. - SOPAS.
- IV. - PRODUCTOS DE TOMATE.
- V. - SUSTITUTOS DE LECHE.
- VI. - QUESOS.
- VII. - YOGHURT.
- VIII. - HELADOS DE CREMA.
- IX. - CONFITERIA.
- X. - ACEITES Y GRASAS.
- XI. - PASTELERIA.

I. - BEBIDAS CARBONATADAS Y ZUMOS DE FRUTA.

Algunos carotenoides se encuentran presentes tanto en el zumo de las frutas cítricas como en la corteza. La cantidad y variedad de los carotenoides que dan a las bebidas a base de naranja su brillante color y su aspecto consistente característicos dependen del tipo de fruta, de su madurez, de la región en que se produjo y de variaciones estacionales. Actualmente se dispone de carotenoides sintéticos que en forma hidrosoluble, resultan especialmente adecuados para dar color a las bebidas carbonatadas de tipo naranja.

En la elaboración de una bebida de naranja, se colorea un volumen de 1000 l., con una mezcla de caroteno y cantaxantina en condiciones de producción industrial, por ejemplo:

Se mezclan 12 kgs. de concentrado de naranja con 100 l., de solución de azúcar (65%), 4 l., de solución de ácido cítrico (50%) y 35g., de ácido ascórbico. Esta cantidad tiene por objeto estabilizar la bebida junto con el ácido ascórbico natural ya presente en el concentrado y mejorar la persistencia de las sustancias para dar sabor. Luego se disuelven 1 g., de cantaxantina y 1 g., de β -caroteno, ambos del preparado hidrosoluble correspondiente al 10%, en 200 ml. de agua y se vacía removiendo en la solución de concentrado de naranja y azúcar. La mezcla se homogeneiza perfectamente, con un homogeneizador de presión, se pasteuriza a 60°C. 30 min. El jarabe de naranja coloreado se envasa en botellas de 1 litro con tapones de palanca a razón de

114 ml., se diluye a 1 l., con agua cada una y luego se invierte varias veces para mezclar el jarabe de naranja uniformemente con el agua; de este modo cada botella contendrá 1 mg. de cantaxantina pura y 1 mg. de β -caroteno puro por litro de bebida, ya que la combinación que es una mezcla a partes iguales de β -caroteno y cantaxantina, es la más adecuada para obtener tonos de naranja.

La proporción de β -caroteno no se debe de reducir demasiado porque este colorante es el que sobretodo da a la bebida la deseada plenitud de color.

A una bebida preparada en tales condiciones, se le sometió a pruebas de estabilidad, tanto como la luz solar directa, como a la luz de día difusa y a la oscuridad, en un período de seis meses, a lo cual demostró ser estable; la intensidad de color original, se mantuvo prácticamente igual a través de la luz directa del día, y poco menor que las muestras que se expusieron tanto a la luz de día difusa como a la oscuridad.

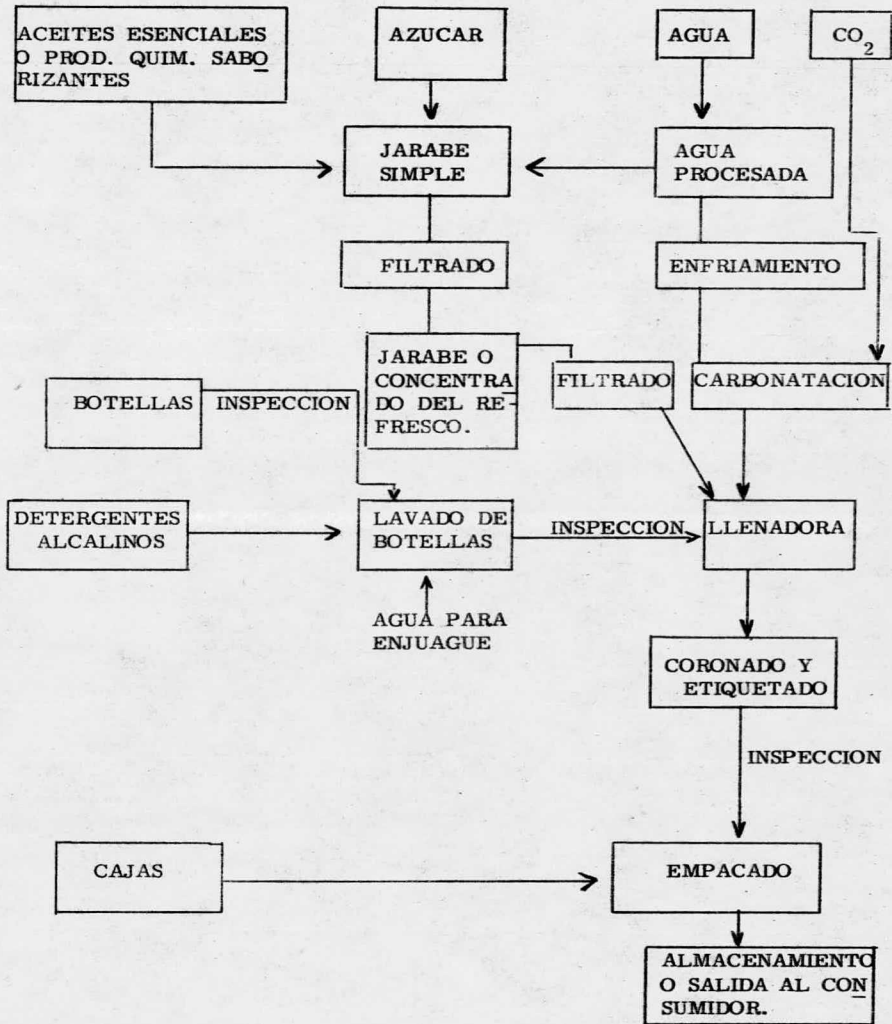
La estabilidad de los colorantes carotenoides puede también demostrarse determinando el contenido en β -caroteno de la bebida, para lo cual se tiene el siguiente cuadro, en el que se indica el contenido en β -caroteno de bebidas de naranja coloreadas con β -caroteno y cantaxantina y expuestas a la luz solar directa.

β -caroteno adicionado.	1.0 mg/l	Retención.
Al mes	0.94mg/l	94%
A los 3 meses	0.94mg/l	94%
A los 6 meses	0.90mg/l	90%

Se debe mencionar que las frutas naturales contienen 1 a 60% del total de carotenoides en la forma de β -caroteno, y la adición de β -caroteno a bebidas y jugos de frutas para estandarizar el color - suplementan a los naturales prácticamente y suministran incrementos - del valor nutritivo.

Por otro lado la suspensión de 20% de carotenoides micro - nizados en aceites vegetales puede ser usada para impartir color a be - bidas por coloración del aceite saborizante antes de la emulsificación. - La baja solubilidad de carotenoides en aceites esenciales y la sensibili - dad al calor de éstos aceites presentan un problema difícil. (véase cua - dro de solubilidad de carotenoides puros cristalinos).

PROCESO DE ELABORACION DE BEBIDAS CARBONATADAS



CUADRO DE SOLUBILIDAD DE CAROTENOIDES PUROS CRISTALINOS
EN ACEITES ESENCIALES CITRICOS.

CAROTENOIDE	ACEITE ESENCIAL DE LIMON. "CONCENTRADO DE LIMON"	ACEITE ESENCIAL DE NARANJA. "CONCENTRADO DE NARANJA"
	GIVAUDAN-ESROLKO.	GIVAUDAN-ESROLKO

a). - COMPUESTOS CRISTALINOS.

β -caroteno	Aprox.	0.3 %	Aprox.	0.30 %
β -apo 8' carotenal	"	4.5 %	"	3.2 %
Ester etílico del Acido -	"	5.0 %	"	4.4 %
β -apo 8' carotenoico				
Cantaxantina.	"	0.1 %	"	0.04 %

b). - SUSPENSION AL 20% DE CRISTALES MICRONIZADOS EN ACEITE.

β -caroteno	Aprox.	2.0 %	Aprox.	0.2 %
β -apo 8' carotenal	"	3.9 %	"	3.1 %
Ester etílico del Acido	"	4.0 %	"	3.4 %
β -apo 8' carotenoico				
Cantaxantina.	"	0.08%	"	0.05 %

Fuente: H. Klauí and U. Manz., Beverages, 8, No. 1., 16 (1967).

El β -caroteno y cantaxantina no son obviamente utilizados --
vía aceites esenciales, dado que las cantidades que pueden ser incorpora--
das son muy bajas, sin embargo puede usarse en conjunción con los dos -
apocarotenoides, (Ver proceso de elaboración de bebidas carbonatadas).

En la industria de bebidas no alcohólicas, tienen una importante aplicación las preparaciones de carotenoides dispersables en agua, soluciones en varias concentraciones o combinaciones de ellos -- pueden suministrar matices que satisfacen muchos de los requerimientos en este campo. Pueden ser producidos matices extraordinariamente brillantes por homogeneización de la solución de colorante preparada con la pulpa, la fruta concentrada usada o con una mezcla de el concentrado, jarabe de azúcar y ácido cítrico antes de la preparación de la bebida a granel.

En las industrias para jugos y néctares se recomiendan las adiciones del β -caroteno y cantaxantina como sigue y las cuales no se decoloran en presencia de ácido ascórbico.

JUGOS/NECTARES	CAROTENOIDE	DOSIS SUGERIDA (+)
Naranja	β -caroteno 10%	20 - 40 Mg. /litro.
Durazno	β -caroteno "	50 - 75 " "
Chabacano	β -caroteno "	40 - 60 " "
Mango	β -caroteno "	25 - 50 " "
Papaya	β -caroteno "	25 - 50 " "
Piña	β -caroteno "	3 - 5 " "
Guayaba	cantaxantina 10%	10 - 20 " "
Fresa	cantaxantina 10%	150 - 200 " "
Toronja	(β -caroteno/cantaxantina) 10%	2.5 - 5 " "
	2:1	

Fuente: Productos Roche, S.A. de C.V. (División Industrias Alimenticias).

Además se recomienda el agregado de 20 - 50 mg., de ácido ascórbico por litro, debido a que aumenta la estabilidad y brillantez del color, protege y hace destacar el sabor refrescante de los jugos y néctares.

Se recomienda la homogeneización porque esto puede significar una reducción en la cantidad del agente colorante; se debe además considerar la cantidad de concentrado de fruta usada ya que influye en la estabilidad de el color: En el caso de concentrados de naranja conteniendo menos de 3 g/l no son suficientemente estables cuando son coloreadas con β -caroteno y pueden blanquearse con la luz del sol, en un tiempo relativamente corto.

Los azocolorantes tartrazina y sunset yellow FCF tienen una estabilidad relativamente baja en comparación con los carotenoides estos son estables en presencia de la Vitamina C y los azocolorantes son blanqueados por esta Vitamina la cual es destruida simultáneamente.

II. - MANTEQUILLA Y MARGARINA.

La margarina es una emulsión aceite-agua que similar a la mantequilla requiere un elegante color amarillo para su aceptabilidad.

En muchos países se prohíbe el uso de colorantes artificiales aun de aquellos considerados fisiológicamente inocuos y aceptan extractos de caroteno, aceite de palma roja y annatto, pero el β -caro-

teno sintético es usualmente permitido.

Cuando está oficialmente permitido el uso de colorantes -
adicionados existen normas reglamentadas. La coloración con caroteno
es probablemente una de las más populares, aunque a menudo se utiliza
un aceite de palma de color intenso proveniente de la Costa de Oro Por
tuguesa, Nigeria, etc., concentrados preparados de caroteno de zanaho
ria, alfalfa y otras plantas verdes y de aceite de palma roja, han sido
también usados. Recientemente el uso de β -caroteno sintético se ha -
hecho popular por la pequeña cantidad requerida y el atractivo color --
que se obtiene.

La mantequilla es a menudo similarmente coloreada para
asegurar la uniformidad de color a pesar de la variación estacional ori
ginada por la diferente alimentación de las vacas; el color natural de -
la mantequilla es principalmente debido al β -caroteno ingerido con el a
limento.

La coloración hecha con annatto, que es popular para co
lorear mantequilla y queso, es también extensamente usada para marga
rina, y es obtenida de la semilla de bixa orellana, la materia coloran
te que reside en la película de recubrimiento de la semilla, es fijada -
en un aceite vegetal de calidad comestible y adicionado a la emulsión -
de margarina en la batidora o a la mezcla de grasa en el derretido o -
tanque de templado. La intensidad de coloración es usualmente estanda
rizado por los fabricantes, pero diferentes marcas a menudo difieren -

en intensidad. El annatto da a la margarina un matiz amarillo ligeramente rosado cuando el suero de margarina es fuertemente ácido y entonces es agregado un poco de extracto de color amarillo de curcuma.

El annatto es sensible a la luz, porque es muy fácilmente oxidado, por lo que se recomienda sea consumido dentro de un período de 6 meses a partir de la fecha de elaboración y almacenarse a temperatura entre 15 y 30°C. La coloración de la margarina y mantequilla con annatto es diferente de la coloración del queso con annatto que es soluble en agua y extraído de la semilla por alcalis.

Recientemente se han obtenido coloraciones de mantequilla y margarina, por disolución de bixina (extraída por solventes de la semilla de annatto), en aceites comestibles y se han utilizado en varias fábricas, de esta manera, cuando se usa un extracto de aceite semisecado de la semilla se disminuye el riesgo de la oxidación. Esta nueva coloración es 20 - 25 veces más concentrada que la anterior. Ambos annatto y bixina no tienen acción adversa en la preservación de la Vitamina A o caroteno contenido de la margarina.

La Riboflavina también ha sido probada como una materia colorante para la margarina y aunque ella no es satisfactoria por sí misma, en conjunción con caroteno es determinada para dar un mejor matiz de amarillo que cuando cualquiera de los dos es usado solo.

La calidad de la margarina y el empaçado se han mejorado, por ejemplo el uso de óxido de titanio en faja pergamino, papel aluminio y cartón de varios tipos, de modo que grandes cantidades son producidas, coloreadas con materiales colorantes naturales y éstos tienen una estabilidad perfectamente satisfactoria a la luz y aún en medio ácido (ácido láctico), aunque anteriormente se consideraba que tal estabilidad de color, se podría obtener solo con colorantes sintéticos. La suspensión de microcristales de β -caroteno es muy conveniente para colorear margarina. Ellos se disuelven en unos pocos minutos bajo condiciones de procesamiento normales. La uniformidad y constancia de β -caroteno como un colorante para la margarina tiene resultados en su aceptación casi universal como el método preferido para colorear margarina. Su actividad de Vitamina A es un factor importante, en su uso ya que esto puede ser como parte de los requerimientos reglamentarios de la Vitamina A en margarinas.

El aceite líquido es coloreado antes de adicionar agua y otros ingredientes, es preferible adicionar β -caroteno al mismo tiempo que las Vitaminas A y D en este camino el β -caroteno puede ser homogéneamente distribuido a través de el aceite para dar una coloración uniforme.

Como el β -caroteno es idéntico con el color natural de la mantequilla, se utiliza para estadarizar el nivel de vitamina A de la mantequilla a través del año.

La uniformidad y estabilidad de el color son razones por lo cual el β -caroteno es el agente colorante preferido para la mantequilla.

Según el reglamento del código sanitario vigente de la S.S.A. (1972), la margarina deberá contener 20,000 U.I. de Vitamina A y 2,000 U.I. de Vitamina D por kilo.

Recientemente se analizó el β -caroteno contenido de muestras de margarina de la mayor parte de Ciudades Europeas. El resultado varía de 2.5 a 7 mg. de β -caroteno puro por kg. de margarina; aunque también se encontraron valores del orden de 5 mg., y más.

III. - SOPAS.

Cuando se quiere colorear solamente la fase oleosa de la sopa los carotenoides pueden ser adicionados en la forma de suspensión oleosa al 20%. Dependiendo de la composición del producto puede ser recomendable o igualmente necesario homogeneizar la solución colorante con partes de el líquido de la sopa base, el β -caroteno oleoso ha sido utilizado ampliamente para dar un color crema amarillento para sopas de pollo u hongos en una concentración de entre 10 a 15 mg. de β -caroteno en suspensión al 20% por litro.

La forma de microcristales al 10% puede ser satisfactoriamente adicionada a mezclas de sopas secas. Los carotenoides pueden también ser predisueltos en uno de los ingredientes y entonces converti

dos solamente a productos secos por los procesos usuales, este procedimiento puede ser auxiliado al homogeneizar los materiales tanto en la forma polvo y en reconstitución o dispersión en agua.

Cuando se adicionó una solución de cantaxantina al 10% - para sopas de tomate enlatadas, el producto procesado fue almacenado y analizado su contenido de cantaxantina, fue determinado aproximadamente el 90% de retención después de 6 semanas a 45°C. ó después de 6 meses a temperatura ambiente. La concentración mínima requerida para producir un cambio visual diferente de el control de Oppm fue de 6 ppm. una comparación visual de 0,6,12 y 16 ppm. de cantaxantina - indica un incremento en saturación roja en cada concentración. Aunque el color usable para sopas de tomate puede ser obtenido con 15 - 30 mg. de cantaxantina 10% en 100 g. de producto, el β -caroteno puede - ser adicionado a sopas para dar un color crema en un nivel de cerca - de 20 - 30 mg. de 10% β -caroteno por litro.

En el cuadro # 1 se muestran datos de estabilidad bastante satisfactorios de sopas de tomate con cantaxantina.

CUADRO # 1 ESTABILIDAD DEL COLOR EN SOPAS DE TOMATE

CANTAXANTINA

	mg/Kg.	% RETENCION
DECLARADO.	6.0	-
INICIAL.	6.1	-
3 SEMANAS A 45°C.	5.9	97
6 SEMANAS A 45°C.	5.4	87
2 MESES A TEMP. AMBIENTE.	5.5	90
5 MESES A TEMP. AMBIENTE.	5.5	90
6 MESES A TEMP. AMBIENTE.	5.7	93

Fuente: Food Technology. March 1967, Vol 21, No. 3A, Págs. 13A-16A.

IV. - PRODUCTOS DE TOMATE

Las preparaciones en polvo de la cantaxantina y el apocarotenal son ambas particularmente apropiadas para la producción de coloraciones uniformes de jugo de tomate o puré; en el caso de productos pulverizados, la solución colorante puede ser añadida al concentrado antes del proceso de secado o el carotenoide en polvo granulado puede ser mezclado, como tal, solo directamente al producto terminado después del secado.

En este caso las salsas de tomate con espagueti y judías cocidas pueden tener su coloración standarizada.

Por ejemplo, se prepararon 3 lotes de salsa de espagueti, uno de control y dos con niveles diferentes de cantaxantina. Los sólidos de tomate de las 3 muestras fueron variados como indica el cuadro # 2. Se mezclan perfectamente todos los ingredientes sólidos. Por otro lado se adiciona el agua lentamente a la pasta de tomate con agitaciones constantes, se agrega el aceite y seguida de la mezcla de ingredientes sólidos. Se calienta a 180°F y se llenan las latas. Los enlatados fueron procesados en agua caliente durante una hora y enfriados en agua de corriente a 100 °F.

CUADRO # 2 COMPONENTES DE SALSAS DE ESPAGUETTI (Gramos)

	FORMULA STAN DAR 7.7% DE SOLIDOS DE TO MATE.	CANTAXAN TINA = 1mg DE SOLI- MATE 6.2%	CANTA XANTI- NA=2mg. DE SOLI DOS DE TOMATE 4.7%
Pasta de tomate 25% de sólidos.	620	498	378
Agua	1,198	1,320	1,440
Cebolla picada, deshidratada.	10	10	10
Aceite de maíz	60	60	60
Almidón de maíz ceroso (maíz waxy)	24	24	24
NaCl.	48	48	48
Azúcar	50	50	50
Mezcla de especias.	4.6	4.6	4.6
Cantaxantina 10% polvo granulado	-	0.1	0.2

Fuente: Food technology, March 1967, Vol. 21, No. 3A, Págs. 13A-16A.

Salsa de espagueti. El cuadro # 3 muestra datos muy satisfactorios de estabilidad. En este estudio se varió la concentración de sólidos de tomate con objeto de determinar la potencia tintorea relativa de ellos contra la cantaxantina, la adición de 20 ppm de cantaxantina produjo una reducción igual o mayor de 40% de sólidos de tomate, que bajaron de 7.7% a 4.7% además el producto con cantaxantina fue marcadamente superior en color al control alto en sólidos de tomate, aún después de 14 meses de conservación a la temperatura ambiente. En esta formulación 1 mg. de cantaxantina equivale en poder tintoreo a 1.5 g. de sólidos de tomate.

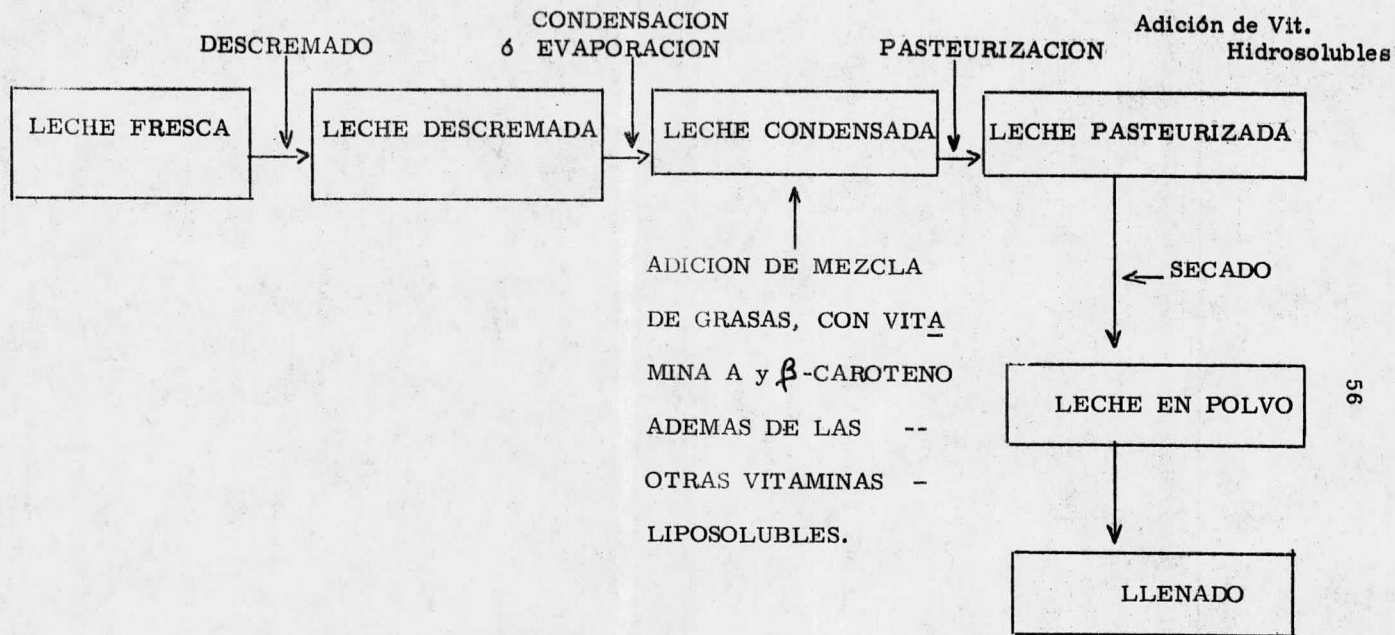
Tanto en jugos como en purés, salsas o pastas de tomate se sugiere una dosis de 100 a 200 mg/litro de preparación de cantaxantina al 10%.

CUADRO # 3 ESTABILIDAD DE COLOR ESPAGUETTI

	CONCENTRACION DE CANTAXANTINA			
	10 PPM.	% Retención	20 PPM.	% Retención
	mg./kg.		mg./kg.	
Declarado	10.0	-	20	-
Inicial	9.2	-	18.1	-
6 Semanas a 45°C	9.4	100	17.6	97
2 Meses a temperatura ambiente.	9.1	99	17.7	98
6 Meses a temperatura ambiente.	9.3	100	18.1	100
14 Meses a temperatura ambiente.	-	-	18.1	100

Fuente: Food Technology. March 1967, Vol. 21, No. 3A, Págs. 13A-16A.

PROCESO DE LA UTILIZACION DEL β -CAROTENO EN LECHEs MATERNIZADAS COMO REFUERZO DE LA VITAMINA A ADICIONADA.



V. - SUSTITUTOS DE LECHE.

Los sustitutos de leche consisten de una emulsión líquida o seca de grasas vegetales (o animales) en una fase acuosa conteniendo caseinato de sodio, carbohidratos, emulsificantes, espesantes, estabilizantes, saborizantes y colorantes; generalmente son empleados para preparar café con leche. El β -caroteno es disuelto en la fase oleosa, aparte de utilizarse como agente colorante, también imparte valor nutricional como provitamina A.

En leches completas, en las cuales se les ha eliminado la grasa butírica y adicionada de mezclas de grasas vegetales y/o animales (pero no de leche de vaca) pueden ser coloreadas con β -caroteno, lo que además aumentará la cantidad de Vitamina A ya contenida; este tipo de leche se utiliza como sustituto de leche maternizada por su fácil digestión y valores nutricionales necesarios. (Ver proceso del β -caroteno en leches).

VI. - QUESOS.

Ciertos tipos de quesos requieren la adición de color -- para este propósito y especialmente para quesos maduros las preparaciones de carotenoides hidrodispersables son disueltos en agua o en leche y entonces adicionado a la leche antes de la precipitación de el cuajado. El cuajado absorbe el colorante y en el no queda prácticamente-

nada. Los resultados obtenidos con queso natural han mostrado que el mejor color se obtiene con una combinación de 80 mg. de β -caroteno al 10% y 40 mg. de apocarotenal al 100% por libra de queso. La retención de los carotenoides para las muestras de queso, bajo varias condiciones de almacenaje, fueron muy buenas.

Las suspensiones oleosas de los carotenoides pueden ser usadas para la coloración de quesos procesados y quesos esparcidos. La suspensión es adicionada directamente al lote de queso fundido, la agitación puede distribuir el colorante uniformemente. En pruebas llevadas a cabo con diferentes concentraciones se determinó que el color más usable y atractivo fue obtenido usando 6 mg. de apocarotenal en suspensión al 20% por libra.

La pérdida total de carotenoides fue muy reducida y solo se encontraron pequeñas zonas superficiales decoloradas después de exponer a la luz solar. De acuerdo a los reglamentos de los alimentos en materias colorantes de 1966, los quesos procesados solamente pueden ser coloreados con ciertos colorantes naturales que incluyen el caroteno, el apocarotenal y el ester etílico del apocarotenoico, y los quesos duros o suaves con caroteno o annatto.

VII. - YOGHURT.

Solamente unas pocas substancias colorantes permanecen inalterables durante los procesos de fermentación de preparación de --

yoghurt. Entre ellas están los carotenoides y pueden obtenerse coloraciones de naranja a naranja-rojos por adición de colorante como solución en leche antes de la inoculación con la bacteria apropiada.

VIII. - HELADOS DE CREMA.

Las preparaciones hidrodispersables de los carotenoides en solución son adicionadas a la mezcla de helados de crema. En el caso de mezclas de helados de crema en polvo, los carotenoides en preparaciones granuladas pueden ser adicionadas directamente a la mezcla seca dado que la composición y su consistencia asegura una distribución estable.

La cantidad de leche, el espacio de tiempo tomado, la temperatura usada en la preparación de la crema del helado deben ser suficientes para que los granulados se disuelvan.

La estabilidad del β -caroteno en helados de crema congelados es aceptable. En el presente se está desarrollando un nuevo colorante carotenoide, la crocetina, que tiene particular interés porque produce coloración amarillo-azafrán o limón.

Los carotenoides no tiene efecto en el sabor y como los helados de crema son esencialmente productos de leche, la adición de carotenoides es lógica ya que el β -caroteno se encuentra naturalmente en tales productos como provitamina A.

IX. - CONFITERIA.

Los carotenoides en sus formas hidrodispersables se utilizan para colorear dulces, caramelos duros y blandos, gomas de frutas, bombones etc., se utiliza generalmente de 20 a 50 g de β -caroteno al 10% por 100 kg. y es adicionado, como una solución concentrada al granel después de que el jarabe de azúcar ha sido cocido.

Para colorear la superficie (por ejemplo grageado de bombones) se rocía el producto con una solución colorante, de preferencia una solución de azúcar al 10%.

Estos colorantes han demostrado buena estabilidad durante el almacenamiento.

X. - ACEITES Y GRASAS.

Los aceites naturales son a menudo poco atractivos por su palidez; el β -caroteno en suspensión es idealmente utilizado para impartir una coloración amarilla deseable a el producto.

Aproximadamente 15 a 30 g. de β -caroteno en suspensión al 20% por ton. puede ser adicionada dependiendo en el grado de coloración deseada, es usualmente aconsejable preparar una "solución colorante" como etapa preliminar. Un aceite con bajo índice de peróxidos puede ser seleccionado como el solvente. Este aceite es calentado de 45 a 50°C y la suspensión del β -caroteno es adicionada, con agitación,

usando no más de 3.75g. de la suspensión al 20% para un litro de aceite. Soluciones más concentradas de el colorante puede ser obtenidas por calentamiento de el aceite a altas temperaturas sin embargo esto causa una parcial isomerización del β -caroteno con poca disminución de la fuerza del colorante y actividad biológica.

La temperatura por lo tanto no se permite aumentarla arriba de 50°C. Varias pruebas han sido llevadas a cabo con grasas coloreadas uniformemente y la retención del colorante fue buena.

Los aceites para frituras coloreados con β -caroteno son efectivos para impartir una coloración café oro a papas fritas a la francesa preservadas, cebollas fritas a la francesa, productos de empanadas de pescado, partes de pollo, etc. La cantidad de β -caroteno requerido para producir el matz deseado puede influir por las condiciones de operación pero concentraciones en el rango de 12 a 30 mg. de β -caroteno en suspensión al 20% por 1 libra han sido determinados para ser satisfactorios.

Actualmente se ha visto conveniente el agregar β -caroteno en suspensión oleosa al 30%, en el aceite utilizado en la preparación de chiles curtidos, proporcionando un atractivo color que hace más apetitosos los chiles en conserva. La cantidad requerida es de aproximadamente 50 mg. por litro de aceite.

Para la incorporación, se disuelven 2.5 g de la preparación de β -caroteno por cada litro de aceite comestible, y según el tono

deseado en el aceite, agregar de 20 a 25 ml. de la solución anterior - por cada litro de aceite a utilizarse en los chiles en conserva.

XI. - PASTELERIA.

Las preparaciones de carotenoides hidrosolubles son útiles para colorear pasteles, rellenos de pasteles, bizcochos y cortezas de pan, por ejemplo los productos de pastelería pueden colorearse adicionando β -caroteno al agua necesaria para la preparación de la masa a la dosis de 2.5 a 10 mg. por kilogramo de harina.

Se ha demostrado buena estabilidad para los carotenoides en mezclas secas de pasteles o bizcochos. Preparaciones de granulados de β -caroteno no mostraron disminución en la mezcla seca después de 6 semanas a 45°C. ó después de 3 meses a temperatura ambiente. - El promedio de retención del β -caroteno después del horneado fue de 74%. La mezcla seca, en sí misma, no es colorida cuando se usan preparaciones granuladas de carotenoides, pero cuando la primera porción de agua es adicionada a la mezcla, la coloración aparece rápida y uniformemente en la masa y en el pastel terminado. La concentración usada fue entre 15 a 40 mg. de la preparación al 10% por libra de mezcla.

En productos horneados, por ejemplo en pasteles la cantaxantina tiene buena estabilidad, teniendo un 96% de retención y el color del pastel es atractivo. (Ver cuadro # 4).

CUADRO # 4 ESTABILIDAD DEL COLOR EN PASTELES.

	<u>CANTAXANTINA</u>	
	<u>mg. /lb.</u>	<u>% Retención</u>
CANTIDAD ADICIONADA.	17.7	100
HORNEADO.	16.9	96
HORNEADO Y CONSERVADO 4 DIAS A		
TEMPERATURA AMBIENTE.	13.9	82

Fuente: Food Technology, March 1967, Vol. 21, No. 3A Págs., 13A-16A.

La coloración práctica de mezclas secas, por ejemplo -- masas de pastel listas para la venta donde las superficies son grandes, todavía resulta un problema difícil ya que la mezcla seca también ha - de colorearse y no solamente contener manchas oscuras de colorante - que se dispersan únicamente al añadir el agua.

5. - DISPOSICIONES LEGALES.

5. - DISPOSICIONES LEGALES.

Las organizaciones sanitarias internacionales están restringiendo o prohibiendo definitivamente, el uso de colorantes azoicos o de anilina por considerarse nocivos para la salud. El amarillo #5 (tartrazina), el amarillo #6 (sunset yellow), el rojo #2, el rojo #3, y el rojo #4, entre otros, han sido prohibidos para usarse en alimentos en el Japón (junio 13 de 1974). El rojo #4 ha sido prohibido en los E.U.A. (FDA) y en México desde hace varios años; recientemente, la FDA prohibió el rojo #2 (enero de 1976) y el amarillo #5 se encuentra bajo observación.

Como otra consecuencia podemos considerar el hecho de que casi todos los países han aceptado el principio de las llamadas listas positivas, o sea las listas que indican los compuestos autorizados y todos los demás están excluidos.

A nivel internacional; la junta de expertos en aditivos alimentarios FAO/WHO clasifica los colorantes alimentarios conforme a su seguridad la cual está basada en los datos de toxicidad y especificaciones químicas disponibles.

En el caso de los colorantes de extractos naturales que se han utilizado en alimentos por un gran período de tiempo, sin evidencia toxicológica, la junta FAO/WHO los ha considerado aceptables para tal uso.

Tratándose de los carotenoides el β -caroteno, el β -apocarotenal, el éster etílico del ácido apocarotenóico y la cantaxantina -- que han sido evaluados desde el punto de vista de sus especificaciones químicas y toxicológicas, la junta FAO/WHO los clasificó en la clase I.A. por lo tanto son aceptables para usarse en alimentos (informe -- No. 10 FAO/WHO, Ginebra, Suiza 11/18 de octubre de 1966). Dado que continúan las investigaciones toxicológicas y puesto que habrán de incluirse nuevas pruebas, como, por ejemplo los ensayos de efectos mutagénicos y teratogénicos, las listas de colorantes alimentarios y otros aditivos están sujetos a variaciones. Además, a nivel nacional no todos los gobiernos están de acuerdo sobre si un componente es inocuo o no, pueden resultar discrepancias serias, por ejemplo el colorante azóico - carmoisine (azorrubina) se permite en la mayoría de los países, pero está prohibido en Brasil, Canadá, Chile, Portugal, E.U.; mientras que el (Fast Green FCF) solo está permitido en Canadá, Finlandia, Japón, Noruega, Unión Sud Africana, Suecia, E.U., pero prohibido en los demás países.

Por otra parte, los carotenoides se permiten en la mayoría de los países como colorantes alimentarios puesto que como se ha mencionado, se trata de sustancias que se encuentran en forma natural en los alimentos.

La siguiente lista recopila la presente situación internacional, de los carotenoides producidos sintéticamente y en cantidades co--

merciales, indicando la gama de color correspondiente.

Sin embargo, en algunos países rigen disposiciones especiales, que prohíben u obligan a declarar la coloración de determinados productos alimenticios, incluso si se trata de colorantes naturales para evitar que el consumidor sea engañado.

Por eso se tiene que remitir al respecto a las disposiciones sobre alimentos, vigentes en el país interesado.

ESTADO LEGAL DE CAROTENOIDES COMO COLORANTES PARA ALI-
MENTOS, JUNIO 1977.

CAROTENOIDE	PAISES QUE GENERALMENTE PERMITEN EL CAROTENOIDE RESPECTIVO PARA LA COLORACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.
β -CAROTENO (amarillo a naranja)	Argentina, Australia, Austria, Alemania Oriental, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Chipre, Checoslovaquia, Ciudades de la Comunidad Económica Europea, España, Finlandia, Filipinas, Grecia, Guatemala, Hungría, India, Indonesia, - Iran, Israel, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Noruega, Panamá, Paraguay, Perú, Polonia, Portugal, Rumania, Korea del Sur, Suecia, - Suiza, Sud-Africa, Taiwan, Tailandia, Turquía, - U.S.A., U.R.S.S., Uruguay, Venezuela, Yugoslavia, Zambia.
β -APOCAROTENAL (naranja a rojo)	Argentina, Australia, Austria, Brasil, Canadá, - Chile, Colombia, Costa Rica, Chipre, Ciudades de la Comunidad Económica Europea, España, Finlandia, Filipinas, Grecia, Guatemala, India, Israel, - Malasia, México, Noruega, Panamá, Paraguay, - Perú, Portugal, Suecia, Suiza, Taiwan, Tailandia, Sudafrica, U.S.A., Uruguay, Venezuela, Zambia.
CANTAXANTINA (naranja fuerte a rojo tomate)	Argentina, Australia, Austria, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Chipre, Ciudades de la Comunidad Económica Europea, España, Finlandia, Grecia, Guatemala, India, Israel, Malasia, México, Noruega, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Suecia, Sudafrica, Suiza, Taiwan, Tailandia, U.S.A., Uruguay, Venezuela.
ESTER ETILICO DEL ACIDO β -APOCAROTENICO. (amarillo a naranja).	Argentina, Australia, Austria, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Chipre, Ciudades de la Comunidad Económica Europea, España, Finlandia, Grecia, Guatemala, India, Israel, Malasia, Noruega, Paraguay, Perú, Portugal, Suecia, Suiza, Taiwan, Tailandia, Sudafrica, Uruguay, Venezuela y Zambia.

De acuerdo al informe # 10 de la junta de expertos en aditivos alimentarios FAO/WHO, Ginebra, Suiza 11/18 de octubre de 1966, se tienen los siguientes anexos de importancia.

ANEXO # 1

CONSUMOS DIARIOS ACEPTADOS PARA EL HOMBRE DE ALGUNOS ADITIVOS ALIMENTICIOS.			
Compuesto considerado.	Especificaciones disponibles.	Zonas de Consumos diarios totales. a (mg/kg. Peso-cuerpo)	
		INCONDICIONAL	CONDICIONAL
Ac. ascórbico	Aprobadas	0 - 2.5	2.5 - 7.5
Ac. cítrico.	Aprobadas	No limitado	
Galato de propilo	Aprobadas	0 - 0.2 ^b	0.2 - 0.5 ^b
Galato de octilo	Aprobadas		
Galato de dodecilo	Aprobadas		
Deltagluconolactona	Aprobadas	0 - 15	15 - 50
Hexameten-tetramina	Aprobadas	Decisión propuesta.	
Mezcla Citrato-isopropilo.	Aprobadas	0 - 7	7 - 20
Acido DL láctico	Aprobadas		0 - 100 ^c
Acido DL malico	Aprobadas		0 - 100 ^d
D-manitol	Aprobadas		50 - 150
Polivinil pirrolidona.	Aprobadas		0 - 150

a). - Se llama "incondicional" a la zona aceptable cuando los niveles anotados pueden ser usados con toda seguridad sin opinión posterior del experto. Se llama "condicional" a la zona aceptada cuando los niveles anotados requieren supervisión y asesoría del experto.

b). - Como la suma de estos galatos (calculado como ácido gálico).

c). - Referido al contenido de D(-) ácido láctico.

d). - Referido al contenido de D(-) ácido málico.

ANEXO # 2

CONSUMOS DIARIOS ACEPTABLES PARA EL HOMBRE Y
CLASIFICACION DE ALGUNOS COLORANTES ALIMENTICIOS a.

Compuestos	Especificaciones	Clasificación Toxicológica	Zonas de consumos diarios totales. ^b (mg/kg. Peso cuerpo)	
			Incondicional	Condicional
β -caroteno	Aprobadas	A	} 0 - 2.5 ^c	2.5 - 5.0 ^c
β -apo carotenal	Aprobadas	A		
Metyl y etil ester del ácido β -apoca rotenoico.	Aprobadas	A		
Cantaxantina	Aprobadas	A	0 - 12.5	12.5 - 5
Black 79 8 4		CII		
Indatreno-Blue R S	Aprobadas	CI		
Quinolina amarilla	Aprobadas	CI		

- a). - Ver el octavo reporte de la Junta FAO/WHO (1965)
- b). - Se llama "incondicional" a la zona aceptable cuando los niveles anotados pueden ser usados con toda seguridad sin opinión posterior del experto. Se llama "condicional" a la zona aceptada cuando los niveles anotados requieren supervisión y asesoría del experto.
- c). - Como la suma de todos los carotenoides anotados.

6. - CONCLUSIONES

En la industria alimentaria, se requiere que los alimentos que se procesan a nivel industrial, satisfagan las necesidades actuales de los humanos. Por lo cual los alimentos que se procesan deben tener cualidades tales que no solamente cumplan como medio de satisfacer una necesidad o un placer, sino que además contengan valores nutricionales adicionales que cubran las necesidades básicas del organismo.

La coloración que presenta un alimento es muy importante en la industria alimenticia y también interviene directamente en la comercialización de los productos procesados, ya que éste es determinante para que el alimento sea atractivo. Esto ha hecho que la industria alimenticia tienda a usar colorantes que además de cumplir con las normas internacionales de seguridad y estabilidad, sean lo más adecuado a las características del alimento mejorando sus cualidades intrínsecas. Con todo esto se tendrá un alimento procesado mejorado y evitará a la vez que surjan dificultades si se quisieran exportar dichos alimentos, a los países cuyos reglamentos que están en desacuerdo con la seguridad de los colorantes artificiales.

Un grupo de colorantes que cumple generalmente con las características antes mencionadas, son los carotenoides, que además de tener amplia aceptabilidad en casi todos los países, tienen general-

mente actividad fisiológica de provitamina A.

En este trabajo se consideró a los carotenoides desde el punto de vista de agentes colorantes, ya sean naturales o sintéticos, (de éstos últimos como son el β -caroteno, el apocarotenal, el éster etílico del ácido apocarotenóico y la cantaxantina, de los cuales exceptuando el último tienen actividad de vitamina A). Posteriormente se mencionaron los métodos para desarrollar las preparaciones de los carotenoides puros, ya sea en su forma liposoluble o hidrosoluble para después usarse directamente a los procesos de fabricación de los alimentos procesados.

Todas las ventajas que presentan los carotenoides en alimentos procesados se mencionaron según su campo de aplicación, se debe anotar que varios alimentos procesados con estos agentes colorantes se encuentran ya en el mercado como son sopas, productos de tomate, productos de leche, margarina, etc. y otros productos que se encuentran a nivel de estudio en el país como son: bebidas carbonatadas, jugos, néctares, mermeladas, productos de confitería, productos de pastelería, frituras, etc.

Por último hay que recordar que la prohibición o restricción de varios colorantes azóicos artificiales ha aumentado la importancia de la aplicación de los carotenoides (el β -caroteno, el apocarotenal, el éster etilo del ácido apocarotenóico y la cantaxantina) para impartir estandarizar o resaltar los colores naturales.

BIBLIOGRAFIA

- I. - H. KLAUI. THE USE OF SYNTHETIC CAROTENOID FOR COLOURING OF FOODS.
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY
(U.K.) SPECIAL COLOUR SYMPOSIUM ISSUE, VOL.I,
No. 5 DECEMBER 1968. PRINTED BY TAYLOR &
CLIFTON LTD.
- II. - BUNNELL, R.H. DRISCOLL, W., BAUERNFEIND, J.C.
COLOURING WATER-BASE FOOD WITH β -CAROTENE
FOOD TECHNOL. 12 (10), 536 (1968)
- III. - OTTO ISLER. CAROTENOIDS.
CHEMICAL RESEARCH DEPARTMENT
F. HOFFMANN - LA ROCHE & Co. LTD.
BASLE, SWITZERLAND.
1971, BIRKHAUSER VERLAG BASEL AND STUTTGART.
- IV. - FAO/WHO, FAO NTR-MEET. REP. SER. No. 43/.
WORLD HEALTH ORGAN. TECH.REP. SER. No. 373
(FAO GENEVA 1967).
- V. - A.J.C. ANDERSEN & P.N. WILLIAMS. MARGARINE.
SECOND REVISED EDITION 1965 PERGAMON PRESS
OXFORD LONDON.
- VI. - R.H. BUNNELL AND BORENSTEIN. CANTHAXANTHIN A POTENTIAL NEW FOOD COLOR, FOOD TECHNOLOGY 21,
(3), 13-16-(1967).
- VII. - J. N. COUNSELL AND G.K. WEBB.
COLOURING FOODS WITH CAROTENOIDS, THE FLAVOUR INDUSTRY. 2 (9), 519 - 524 (1971).