



308627  
13  
201

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

Escuela de Química

Incorporada a la U.N.A.M.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**“IDENTIFICACION, APLICACION Y TOXI-  
COLOGIA DE LOS COLORANTES ARTI-  
FICIALES: ALLURA, CARMOISINA Y  
ERITROSINA EN ALIMENTOS”**

## **Tesis Profesional**

Que para obtener el título de:  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P r e s e n t a :

**Sofía Guadalupe Larrinua Duarte**

Director de Tesis: Q.F.B. Mariano Llera Fanjul



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.

# I N D I C E

CAPÍTULO No. 1 .....	HOJA No. 3
CAPÍTULO No. 2 .....	HOJA No. 25
CAPÍTULO No. 3 .....	HOJA No. 54
CAPÍTULO No. 4 .....	HOJA No. 78
CAPÍTULO No. 5 .....	HOJA No. 97
CAPÍTULO No. 6 .....	HOJA No.127
REFERENCIAS .....	HOJA No.132

# C A P I T U L O I .

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 NATURALEZA

### 1.2 NOMENCLATURA

### 1.3 CLASIFICACIÓN

### Antecedentes:

El color juega un papel muy importante en las actividades de la vida (88). Para el ser humano, la importancia del color radica en que éste es un medio para identificar objetos, además de que también sirve para juzgar la calidad del mismo. El color también es importante por su propio valor estético y su relación con el hombre.

El color puede influenciar la habilidad para identificar el sabor y calidad de un producto, ayudando a la aceptación del mismo con su consecuente aumento y demanda de consumo. Esta influencia es a nivel psicológico, razón por la cual es tan importante.

Existen cinco funciones que deben ser consideradas para entender las reacciones humanas al color en alimentos: (40)

- 1.- Percepción: La selección de un alimento o el juicio de la calidad de éste puede ser muy difícil si se remueve el color aunque el tamaño, textura y otras características permanezcan intactas.
- 2.- Motivación: El color es un factor determinante en el incremento o decremento en el apetito sentido por un alimento.
- 3.- Emoción: El gusto o disgusto por un alimento está condicionado a su color; un alimento atractivo es placentero, mientras que uno que no lo es disgusta.

4.- Aprendizaje: Por el proceso de la experiencia sabemos que colores se esperan y consideran normales de acuerdo a nuestra memoria.

5.- Pensamiento: La reacción a un nuevo alimento o a nuevas propiedades puede cambiar de acuerdo a la apariencia del producto.

Los colorantes en alimentos se usan en micro cantidades y por el papel que juegan en la aceptación de un producto son ingredientes únicos en un alimento.

Los colores en muchas ocasiones, dan la pauta para tomar decisiones e inclinar las preferencias. En el caso de los alimentos, - un producto, no sabe igual si no está bien coloreado pues la sensación de color es la primera impresión y afecta la percepción objetiva. En muchas ocasiones, el color incluso sobrepasa el sabor, desde el punto de vista del consumidor.

Los colorantes se agregan a los alimentos para dar un color del cual carecen naturalmente o que al procesarlo o almacenarse es cambiado. También el color de los alimentos puede alterarse dependiendo de las condiciones atmosféricas, estación del año, presión - etc., y solo puede permanecer o acentuarse, cuando al procesarlo se les dé el color que el consumidor tiene preconcebido para esos productos haciéndolos muy atractivos.

Así que cuando un proceso en un alimento lleva a una pérdida de color o cuando un alimento luce insípido el productor atinadamente lo hace más atractivo. El hecho de que los pasos tomados para hacer el producto más deseable varíen de país a país, no implica que uno conozca más que otro, pero aún así, los gustos y prejuicios continúan. (88)

Los colorantes se agregan a los alimentos de acuerdo a los gustos del consumidor basándose en sus costumbres sociales, geográficas, étnicas e históricas. (83)

Al agregar un color, se desea que este dé el grado correcto de intensidad, que sea estable durante el almacenamiento, que no se "escurra" a otros colores cuando existe más de un color y que en el producto final, sea consistente, el color debe estar en una forma fácilmente medible para un control preciso de este y que se disperse bien. (35)

En la década pasada, los fabricantes de colorantes sintéticos y la industria alimentaria han trabajado duramente para asegurar que los colores permitidos estén hechos a un alto nivel de pureza, y basados en el conocimiento actual, toxicológicamente inofensivos al hombre (58). Se busca beneficiar al consumidor, y no usar un colorante para encubrir algún defecto lo cual le trae beneficio al fabricante. (73)

La incorporación de los colorantes para hacer más atractivos los objetos, no es una invención de nuestro tiempo, sino que se remota a la antigüedad. En los alimentos, los Egipcios coloreaban los dulces hace más de 3400 años y el vino ya era artificialmente coloreado hace 2400 años. Se sabe que por lo menos hace 500 años las especias y condimentos ya eran usados para el mismo fin. (72)

En 1856, Sir William Henry Perkin, sintetizó a partir del alquitrán de hulla el primer colorante artificial llamado color de malva. A partir de entonces, se agregó un gran número de otros sintéticos. El uso de algunos de estos colorantes empezó en Europa casi inmediatamente y a finales del siglo XIX, cientos de colorantes habían sido creados y muchos de ellos aplicados con fines alimentarios. Los productores de alimentos comenzaron a explotar de manera exagerada los valores del color en sus productos, llegando al extremo en algunos casos de utilizar colorantes que causaban daño a la salud o hacer atractivos alimentos de muy baja calidad. (43)

Para controlar el uso de colorantes que pueden resultar dañinos se han hecho innumerables experimentos y se han establecido legislaciones.

Los colorantes sintéticos de alimentos son usados en todo el mundo. Europa y los Estados Unidos son los principales centros de

pruebas toxicológicas recientes (58). Muchos países se basan en ellas para establecer sus propias legislaciones, es por esto que para este estudio, se ha decidido analizar los colorantes rojos: Carmoisina ya que su uso está permitido en los Países de la Comunidad Económica Europea (27) y se está estudiando la posibilidad de listarlo permanentemente en los Estados Unidos (40), Allura, pues este colorante está permitido en los Estados Unidos, y Eritrosina, ya que este colorante se utiliza mucho en Europa y en Estados Unidos - (8), aunque en este último país, actualmente se está evaluando su toxicidad. (80)

#### 1.1 Naturaleza:

Los colorantes que se van a estudiar son de naturaleza sintética.

De acuerdo con la FDA (Food and Drug Administration) un colorante se define como: "Cualquier material que es un tinte pigmento u otra sustancia hecha por un proceso de síntesis o artificio similar o extraído, aislado o derivado con o sin intermediario o cambio final de identidad de un vegetal, animal, mineral u otra fuente y que cuando se añada o aplique un alimento, droga, cosmético o el ser humano o a alguna parte de él sea capaz (sólo o por medio de alguna reacción con otra sustancia) de impartirle color". (40)

De acuerdo con la Food and Drug Administration, existen dos clases de colorantes:

- Certificados
- No Certificados

Los colores no certificados son los llamados "colorantes naturales", se obtienen de fuentes animales, vegetales y minerales. La Food and Drug Administration no reconoce la descripción "natural" para estos colorantes, se refiere a ellos como colorantes no certificados ó colorantes exentos de certificación.

Los colorantes certificados son compuestos de estructura conocida que se producen por medio de una síntesis química y que deben tener una gran pureza de acuerdo con las especificaciones establecidas por la Food and Drug Administration. (40)

Las especificaciones, usos y restricciones de los colorantes certificados se describen en el Título 21, Partes 74 y 82, subpartes A, B y C del Código de Regulaciones Federales (CFR) (81). Los colorantes certificados son los más usados en alimentos.

De la lista permanente de colorantes certificados de Noviembre de 1983, se encuentran: (40)

- Allura o Food Drug and Cosmetic (FD&C) Rojo No. 40

Actualmente en la lista provisional de colorantes certificados se encuentra: (80)

- Eritrosina o Food Drug and Cosmetic (FD&C) Rojo No.3

La Eritrosina estaba en la lista permanente, pero ahora se está reevaluando la seguridad de este, por lo que se encuentra en la lista provisional. (80)

La asociación de fabricantes de colorantes certificados está considerando hacer una petición a la Food and Drug Administration - para listar la Carmoisina para su uso en alimentos, este colorante, el cual tiene un amplio uso en Centro y Sudamérica así como en Europa tiene características de coloración como el Amaranto por lo que al permitir la Carmoisina en alimentos se encuentra un buen sustituto para el amaranto. (40)

Para efectos de este estudio los colorantes que se van a analizar, se les denominará como colorantes artificiales en vez de colorantes certificados.

#### 1.2 Nomenclatura:

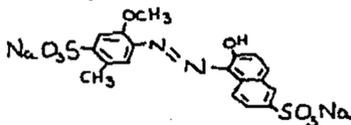
La nomenclatura de los colorantes a estudiar es la siguiente - (88), (82) y (91):

A.- Azo colorantes:

a) Color	Rojo Allura AC
Clase	M

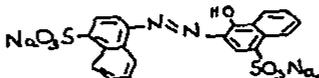
Sinónimo Ninguno  
 CI Food No. Rojo 17  
 CI No. 16035  
 EEC No. - - -  
 FD&C No. Rojo No. 40

Estructura



b) Color Carmoisina  
 Clase M  
 Sinónimo Azorubina  
 CI Food No. Rojo 3  
 CI No. 14720  
 EEC No. E122  
 FD&C No. - - -

Estructura



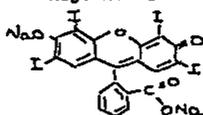
#### B.- Xantenos

a) Color Eritrosina  
 Clase X  
 Sinónimo Eritrosina BS  
 Eritrosina J  
 CI Food No. Rojo 14  
 CI No. 45430  
 EEC No. E 127

FD&C No.

Rojo No. 3

Estructura



---

Claves:

M = Nitro

X = Xanteno

CI Food No. = Número de Colour Index para colorantes para alimentos

CI No. = Número de Colour Index

EEC No. = Número de la Comunidad Económica Europea. Es una nomenclatura de aditivos alimentarios que se usa en Europa e indica que ese aditivo está aceptado por los países de esta Comunidad. (73)

FD&C No. = Es la nomenclatura con la que se identifican los colorantes aceptados por la Food and Drug Administration

Estabilidad.- En general los colorantes artificiales son estables a la mayoría de los usos en alimentos.

En estado seco no se ha notado degradación alguna en muestras almacenadas por 15 años.

Con excepción de la Eritrosina, la estabilidad a la luz de los tintes en productos alimenticios es buena. La Eritrosina tiene una estabilidad a la luz limitada en coberturas y muestra una excelente estabilidad en retortas.

Las dos áreas en las que la mayoría de los colorantes presentan inestabilidad es en combinación con agentes reductores y en retortas de protefnas . La Carmoisina y el Rojo Allura son fácilmente reducidos a compuestos menos coloridos. El contacto con metales como el cinc, estaño, aluminio y cobre es un factor para la pérdida de color, sin embargo, el contacto con estos metales es mínimo y la principal fuente para la pérdida del color es el contacto con agentes reductores como el ácido ascórbico.

La desaparición del color en bebidas carbonatadas, se debe a la presencia de ácido ascórbico el cual se incorpora como un antioxidante para los saborizantes y como fuente de vitamina C. El uso de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en bebidas ha ayudado en cierta medida a inhibir el efecto del ácido ascórbico sobre los colores - (26), pero esto no se ha podido eliminar completamente. Esta acción del ácido ascórbico parece ser catalizada por la luz, por lo que en bebidas enlatadas la vida de anaquel es todavía más larga.

En retortas de protefnas, la mayoría de los colorantes carecen de estabilidad sin embargo, la eritrosina es estable. (82)

La Carmoisina y el Rojo Allura tienen un efecto que causa corrosión en productos enlatados y el grado de corrosión es proporcional a la concentración del colorante. Con la inclusión de 50 ppm o menos del colorante en productos enlatados se podrá tener una razonable vida de anaquel (9-12 meses) y esta cantidad de color es suficiente para teñir el producto.

Los colorantes que no pertenecen al grupo azo de la Carmoisina y Rojo Allura, como lo es la Eritrosina, no causarán efectos de corrosión en productos enlatados. (83)

Los colorantes pueden ser solubles en agua, aceite y solventes y a este tipo de colorantes se les llama tintes y los colores que no tienen afinidad para la mayoría de los sustratos se llaman pigmentos, estos, por lo general son insolubles en agua, aceites, grasas y solventes, por lo que colorean por dispersión en el alimento. Las lacas son las más importantes de este grupo de pigmentos para alimentos. (91)

Tintes: Los tintes son compuestos hidrosolubles, los cuales manifiestan su poder tintorial cuando son disueltos. Los tintes ya sean primarios o mezclas se producen de muchas formas en el mercado. las más importantes son polvos, gránulos, líquidos, pastas y dispersiones, cada forma llena una necesidad específica y tiene sus propias ventajas y desventajas.

Los tintes se usan para colorear una variedad de productos como: bebidas carbonatadas, bebidas, productos de leche, confites, salsas, productos de pastelería y alimentos para animales.

No hay límites de la Food and Drug Administration acerca de la cantidad de tinte a usar, pero se sugiere que los tintes se usen al menos en una cantidad de 300 ppm. Esto es más que suficiente para colorear la mayoría de los productos. (40)

Lacas: En los últimos 25 años las lacas de colorantes han incrementado su importancia en la industria de coloración de alimentos. - Su crecimiento se ha expandido en un grado más rápido en los últimos años con el aumento de ventas de botanas, dulces y pastelillos. (58)

Estas son extensiones de los tintes hidrosolubles en un sustrato de alúmina y a diferencia de los tintes las lacas colorean por dispersión. (40)

Hay una gran variedad de tintes y tonos en las lacas. Generalmente el contenido de tinte varía de un 10-40 % . (40)

Si el contenido de tinte puro en una laca aumenta, el tono del color cambiará sustancialmente, más no la fuerza tintorial, y en los tintes sucede exactamente al revés: la fuerza tintorial es proporcional a la cantidad de tinte puro presente y el tono permanece constante. (83)

En general las lacas se usan en productos grasos y en productos que no tienen suficiente cantidad de humedad para disolver un tinte. (40)

Entre las aplicaciones de las lacas, se incluyen: tabletas de compresión directa, tabletas cubiertas, cubiertas de azúcar y - fondants, cubiertas de base grasa, mezclas para pastel y donas, caramelos duros, productos de gomas y otros. (40)

Las lacas son pigmentos y colorean por dispersión, por lo que se debe cuidar dispersar el pigmento por todo el producto, una mala distribución del color producirá manchas indeseables en el producto. (40)

Las lacas generalmente tienen una mejor estabilidad química, térmica y a la luz que los tintes, dan colores más brillantes, como son estables a la luz, retienen la brillantez, pero son más caros que los tintes. (35)

Cuando un colorante soluble (tinte) actúa perfectamente en el producto, no se piensa en usar una laca. (8)

Diferencias físicas entre tintes y lacas. (82)

De acuerdo a las diferentes propiedades de estos productos, como lo es la solubilidad, las lacas son insolubles en la mayoría de los solventes y los tintes son solubles en agua y solventes orgánicos como son el alcohol, también son solubles en propileno glicol y glicerina.

Como se ha visto anteriormente, el método de coloración es diferente en tintes y en lacas, en los primeros la coloración es por disolución, es decir, el tinte se disuelve en el sustrato y así colorea, - en cambio en las lacas el método de coloración es por dispersión, se necesita difundir las partículas de laca para que así colorean y es necesario tener una buena dispersión para obtener resultados satisfactorios.

En los tintes, el contenido de tinte puro es de un 90 a 93 % de colorantes primarios, en cambio en las lacas se necesita tener un contenido de colorante de 10 al 40% .

El tamaño de las partículas necesarias para las lacas es en promedio de 5 micrometros y las partículas de los tintes miden aproximadamente de 12 a 200 mesh (unidad de mallaje).

La estabilidad a factores como son la luz y el calor, es buena en los tintes, pero es mejor en las lacas, aunque se prefiere usar tintes y estos se utilizan como primer recurso y en el caso en que no sea posible la aplicación de estos, se usarán las lacas.

La fuerza tintorial en los tintes, es directamente proporcional al contenido de tinte puro, en cambio en las lacas, sucede lo contrario. En cambio, el tono se mantiene constante en los tintes y en las lacas varía con el contenido de tinte puro.

Estas comparaciones entre tintes y lacas se hacen para tener un conocimiento más amplio de los colorantes, pero para analizarlos más profundamente, se tomarán en cuenta sólo los tintes.

Estos se encuentran disponibles en varias formas: Polvos, gránulos, mezclas (secas o húmedas), diluidos, líquidos acuosos, líquidos no acuosos y pastas. La mejor manera para cada uso específico, será la que dicte la naturaleza del producto a colorear, también se dará por el volumen y el colorante usado.

### 1.3 Clasificación:

Los colorantes se pueden clasificar de diferentes maneras, como es:

- por su estructura
- por su solubilidad
- por su aplicación
- por sus formas de presentación
- por el pH al que se pueden aplicar
- por su estructura: (91)

Los colorantes sintéticos, permitidos en la Comunidad Económica Europea y en los Estados Unidos, para uso alimentario, se han agrupado en las clases siguientes:

- a) Monoazo, Disazo, Triazo.
- b) Triarilmetano
- c) Xanteno
- d) Quinolina
- e) Indigoides

Los colorantes sintéticos permitidos fuera de la Comunidad Económica Europea y de los Estados Unidos se han agrupado en las siguientes clases:

- a) Nitro
- b) Monoazo, Disazo
- c) Triarilmetano
- d) Xanteno
- e) Antraquinona

a) Azo colorantes:

Dentro de este grupo de colorantes, se encuentran la Carmoisina y Allura (27). En estos, el sistema cromóforo consiste esencialmente - del grupo azo, en asociación con uno o más sistemas aromáticos.

Pueden existir uno o más grupos azo presentes en la molécula de color, estos son los Monoazo, Disazo, Tríazo y Poliazo, dependiendo si tienen uno, dos, tres o más grupos azo presentes.

El rango de tonos cubiertos por el grupo azo, para colorantes alimentarios es muy amplio y entre estos se incluyen los rojos, anaranjados, amarillos, azules, violetas, cafés y negros. Los tintes azo, tienen tonalidades verdes muy limitadas y ninguna se usa en alimentos.

b) Triarilmetano:

Estos se distinguen por su brillantez en el color y su gran fuerza tintorial, el sistema cromóforo consiste en un carbón unido a tres anillos aromáticos. Estos tienen verdes brillantes y azules y se encuentran matices rojos y violetas.

c) Colorantes de Xanteno:

A este tipo de colorantes pertenece la eritrosina y es el único tinte de este tipo permitido en la Comunidad Económica Europea y en los Estados Unidos para uso en alimentos. En este grupo se encuentran rojos brillantes y tintes verdes-amarillos con fluorescencia presente en algunos de los colores.

d) Colorantes de Quinolina:

Entre estos se encuentran colorantes verdes-amarillos y sólo existe un colorante de importancia usado en alimentos que pertenece a este grupo y es el Amarillo Quinolina.

e) Indigoides:

Este grupo de colorantes en alimentos se basa en equivalentes sintéticos del tipo del Indigo, el único colorante importante de este grupo es el Indigo Carmín.

- Por su solubilidad: (86), (83) y (82)

Los colorantes de acuerdo con esta característica se han dividido en:

- a) Hidrosolubles
- b) Liposolubles
- c) Insolubles (pigmentos)

a) Hidrosolubles:

La mayoría de los colorantes son hidrosolubles y en la mayor parte de las aplicaciones en alimentos esto no es un problema. Los colorantes aquí estudiados, pertenecen a este grupo, aunque presentan afinidades a solventes orgánicos.

Los grupos sulfónicos ( $-SO_3H$ ) se relacionan con la solubilidad en grasas.

Los colorantes no sulfonados serían liposolubles pero la falta de sulfonación parece que tiene que ver con la alta toxicidad. También la presencia de un grupo carboxílico ( $-COOH$ ) en la molécula de color le puede

conferir solubilidad en agua. Estos colorantes son usualmente aislados como sus sales de sodio.

**b) Liposolubles:**

Como se ha dicho anteriormente la ausencia del grupo sulfónico - le confiere solubilidad en grasas, pero este factor parece estar asociado con aumentar la toxicidad del producto.

Sería de gran ayuda el tener permitidos colorantes liposolubles. Sin embargo, parece no haber mucha esperanza en la búsqueda de estos colorantes.

Sin embargo algunos colorantes presentan buena solubilidad en solventes orgánicos, esta solubilidad suele ser menor en la mayoría de los casos que la del agua, también se utilizan propileno glicol y glicerina como solventes, esto se hace generalmente en el caso de que se requieran condiciones anhidras. La mayoría de los colorantes son muy levemente solubles en alcohol etílico, pero la Eritrosina presenta una solubilidad razonable en alcohol.

**c) Insolubles (Pigmentos):**

En este tipo de colorantes se encuentran los que presentan una incompatibilidad con el sustrato y por lo tanto no se disuelven, se les llaman pigmentos y el grupo más importante de estos son las lacas las cuales colorean por dispersión, se necesita tener un buen método dispersante para que se obtengan resultados satisfactorios. Existen lacas de la mayoría de los colorantes pero aún se reevalúa su toxicidad. (80)

Una buena técnica de coloración recomienda que los colorantes sean solubilizados antes de que sean añadidos al producto a colorear. Sin embargo cuando se añade agua al proceso, se puede adicionar el colorante seco y dependiendo, se añade humedad y calor para disolver el color en el proceso.

- Por su aplicación: (86) (82)

Esta va muy relacionada con la anterior y dependiendo de la aplicación que se le va a dar al colorante y de acuerdo a las condiciones que se necesitan en el proceso se va a utilizar determinado colorante. De safortunadamente, no existen colorantes universalmente útiles. Los co lores para alimentos, medicamentos y cosméticos (FD&C) son muy usados - en productos cuya base es acuosa como son bebidas y postres de gelatina, se usan muy poco en alimentos grasos y otra limitación que presentan, - es que se debe tomar en cuenta la concentración a la que se pueden usar ya que no se permiten concentraciones mayores a ciertos rangos. También existe problema con la toxicología de los colorantes ya que ciertos co lorantes cumplen con las características requeridas, pero presentan una toxicidad muy elevada, la cual, hace que se prohíba o se restrinja su u so. Estos son ejemplos de las limitaciones que se presentan con los co lorantes permitidos y por lo que realmente es un compromiso elegir el colorante adecuado para cada uso.

- Por su presentación: (82) (86) (91)

Existen muchas presentaciones de los colorantes como son polvos, líquidos, pastas, formas granulares.

Se pueden encontrar en la forma tradicional de polvo seco como colorantes primarios o mezclas de ellos.

Estos tienen una medida de su partícula de tal manera que no menos del 99% de ellas pase a través de una malla de 60 mallas o unidades de mallaje.

Se pueden obtener polvos más finos cuando el color se va a usar en productos anhidros como leches en polvo, postres instantáneos, mezclas para pastel y sopas. En estos casos el 99 % del color debe pasar por una malla de 200 unidades de mallaje. Existen otros polvos extremadamente finos, y el 95% de estos debe pasar por una malla de 325 unidades de mallaje o mallas. Estos tienden a ser de una textura suave y son colores brillantes en las mezclas secas.

Para reducir los problemas de nubes de polvo que tiene el productor de alimentos en el manejo de colorantes finos en polvo, los colores primarios también se encuentran en forma granular. También los gránulos mejoran las características de fluido y son más convenientes para pesar y para dosificar en alimentos. Los gránulos resisten el rompimiento de ellos por su propio peso durante el almacenamiento y son más baratos de transportar. También, tienen una buena solubilidad en el agua. Se prepara cortando la torta del filtro y tamizando el producto al tamaño deseado de la partícula. Se pueden producir también por aglomeración del polvo del colorante.

Los colorantes para alimentos también se encuentran diluidos en soluciones acuosas o gelificados en cubos y barras. Son convenientes para el fabricante, pero son más caros de usar.

- Por el pH al que se pueden aplicar:

Hay colores que sólo se pueden agregar a ciertos rangos de pH - ya que al aplicarlos a otros niveles de pH pueden difuminarse en el alimento gradualmente o precipitar en el producto, es decir, no dan las características deseadas.

La Eritrosina por ejemplo, precipita en soluciones ácidas.

Las lacas frecuentemente presentan propiedades anfotéricas. Otros colorantes presentan menos cambios tan drásticos relacionados con el pH, como son: cambios en sus propiedades, cambios en sus tonalidades, variaciones en la vida de anaquel, cambios en solubilidad y pérdida del poder tintorial.

Estabilidad de Eritrosina y Allura al pH: (86)

Nombre	pH=3	pH=5	pH=7	pH=8
Eritrosina	insoluble	insoluble	no hay cambio apreciable	no hay cambio apreciable
Allura	No hay cambio apreciable			

**C A P I T U L O 2 .****ELABORACIÓN, PRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN**

### Elaboración, Producción y presentación:

La fabricación de colorantes sintéticos para alimentos se derivó de la industria de tintes para uso textil. Inicialmente lotes de colorantes, seleccionados en base a un contenido bajo de plomo y arsénico, se vendían como colorantes para alimentos. Desde los años 50 se desarrollaron legislaciones las cuales daban un gran énfasis a la pureza del colorante y a su fuerza tintorial lo que ha hecho más y más difícil la elaboración de los colorantes en plantas que cubren otros propósitos, por lo que los fabricantes más serios han elaborado plantas que se dediquen exclusivamente a fabricar colorantes para alimentos. (17)

En la elaboración de colorantes sintéticos, se han ido mejorando los procesos y se dá un gran énfasis en las materias primas de manera que al obtener el producto terminado, la pureza de este sea grande. Se han sustituido muchos procesos para hacerlos más dinámicos utilizando equipos más sofisticados. La ventaja de esto, es que hay una reducción en el manejo manual durante el proceso. Actualmente las técnicas en la elaboración de colorantes son más avanzadas y tratan cada vez de llegar a un mayor grado de pureza. (58)

Las bases del color son relativamente fáciles de entender. Si se observa la fórmula de algún colorante, notaremos la presencia de varios dobles enlaces. Existe un sistema en el que cada doble enlace alter-

na con un enlace sencillo. Esto se denomina un sistema conjugado y su efecto es causar un arreglo de electrones el cual es sensible a la luz incidente. La luz blanca, está compuesta de la luz roja, anaranjada, amarilla, verde, azul, indigo y violeta, este se denomina un espectro de color y de acuerdo con el sistema de conjugación presente en la molécula una y otra parte del espectro será absorbida y removida del espectro. El color, depende de qué parte del espectro ha sido absorbido. Existen otros métodos de producir color, pero los tintes son consecuencia de la aplicación de este método. (88)

Históricamente, los colorantes sintéticos para alimentos se fabricaban de materias primas derivadas del carbón, de aquí la referencia a tintes de alquitrán de hulla. Ahora en nuestros días, en común con la mayoría de los materiales orgánico-sintéticos, los colorantes para alimentos se elaboran de derivados del aceite o hidrocarburos. El término de tintes de alquitrán de hulla ya no se aplica más. (65)

De acuerdo a como se ha tratado en el capítulo anterior, el Rojo Allura y la Carmoisina son del tipo de azocolorantes, y la Eritrosina del tipo de Xanteno, vamos a ver a continuación las reacciones de obtención de estos tipos de colorantes. Cabe señalar que las materias primas de las que se parte para la elaboración de estos colorantes no están perfectamente especificadas, ya que estas son secretos de cada compañía que elabora colorantes.

## Elaboración de colorantes del tipo azo: (91)

La elaboración de un colorante azo es una operación consistente de hacer reaccionar un amina aromática primaria (diazocomponente) - con un compuesto copulante (como puede ser una amina aromática, un hidroxicompuento ó un ceto compuesto que sea capaz de una enolización) en una reacción de sustitución electrofílica aromática.

Como los iones diazonio son unos agentes electrofílicos relativamente débiles, los componentes aromáticos para la copulación deben llevar grupos donadores de electrones poderosos, como son los grupos:



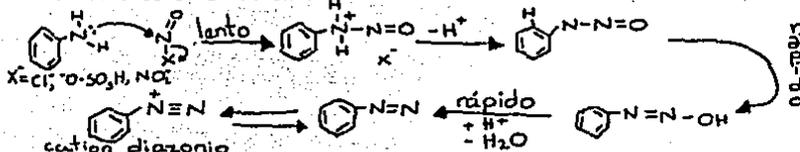
Generalmente una solución acídica de la amina aromática se convierte a ión diazonio por medio de una adición de nitrito de sodio a una temperatura de 0 a 5°C.:



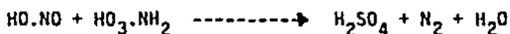
donde: X= Cl, Br, NO<sub>3</sub>, HSO<sub>4</sub>, etc.

El paso determinante, es la nitrosación de la amina. Las especies nitrosantes pueden ser: NO<sup>+</sup>, NOCl, las cuales varían de acuerdo a las condiciones presentes. A baja acidez y en ácido sulfúrico con menos del 85% de fuerza, el agente efectivo puede ser O<sub>2</sub>N.NO; y en presencia de ácido sulfúrico arriba de un 85% de fuerza, el agente indicado es HO<sub>3</sub>S.O.NO, mientras que en ácido clorhídrico el agente es Cl.NO.

Mecanismo de diazotación :



Con aminas primarias, la nitrosamina se forma primero, pero es rápidamente transformada, se presume vfa el dizohidróxido, al ión diazonio. Se debe evitar un exceso de nitrito de sodio durante la reacción ya que reduce la estabilidad del ión diazonio y puede reaccionar con el diazocompuesto o con el componente para la copulación en las reacciones subsecuentes. El exceso de nitrito se puede determinar por medio de un papel de almidón y yoduro de potasio y se puede destruir con ácido sulfámico.



Los ácidos naftilaminosulfónicos, son escasamente solubles en agua y deben ser diazotados directamente haciéndolos precipitar en la forma libre del ácido seguido por una adición de nitrito de sodio.

La diazotización de aminas aromáticas que contienen grupos sulfónicos en medios ácidos es frecuentemente difícil y en este caso se puede usar un método a la inversa ó al revés. Así la amina es disuelta en la cantidad requerida de álcali y el nitrito de sodio se añade entonces a la solución casi neutra. Esta mezcla es añadida al ácido mineral helado, agitando esto. El ácido sulfúrico concentrado se puede utilizar como un medio de reacción, en ollas de aluminio barnizadas, para la diazotación, en cuyo caso el agente nitrosante es el ácido nitrosil sulfúrico.

También , se puede diazotar en ácido acético glacial usando nítrito de amilo.

Mientras tanto, la cantidad calculada del compuesto copulante es disuelta en una solución alcalina (el ión fenolato  $\text{Ar-O}^-$  y la amina libre  $\text{Ar-NH}_2$ , se encuentran más listas para reaccionar que el fenol libre  $\text{Ar-OH}$  o el ión amonio  $\text{Ar-NH}_3^+$ ) y enfriada a la temperatura óptima para la reacción de copulación. Los enoles como los derivados de pirazolona se pueden utilizar también como compuestos para la copulación.

Existe una región de pH óptimo para combinación de las reacciones de los componentes diazo y copulantes. Esta reacción va de un pH de 4 a 9 para aminas aromáticas como compuestos copulantes y de un valor de pH de 7 a 9 para enoles y alrededor de 9 para fenoles. Para una copulación de un fenol y un o-diazofenol, entonces el pH de 9 a 12 es el óptimo, cuando la reacción afecta a más de una posición, entonces el pH debe escogerse a favor del producto requerido. Generalmente el aumentar la temperatura no va a mejorar la reacción de copulación. Temperaturas abajo de  $10^\circ\text{C}$  se prefieren, pero si está involucrado en la reacción un diazo compuesto estable, se puede operar a temperaturas hasta de  $40^\circ\text{C}$ .

Los diazo-compuestos, generalmente son inestables y pueden ser explosivos cuando se encuentran secos ó en suspensión, por lo que no se aíslan normalmente, se llevan directamente a la solución agitada del agente copulante. En copulaciones ácidas, la proporción del dia

zo-componente usualmente no es crítica y en ciertos casos es ventajoso añadir el compuesto copulante a la diazo-solución ya agitada. - Cuando la copulación es en un medio alcalino, la cantidad de diazo-compuesto sin copular debe mantenerse en un mínimo.

Ya que se ha terminado la reacción de copulación, la solución de materia colorante es calentada a 70°C y tamizada para remover el material insoluble. Para obtener un producto con mayor grado de pureza, se le hace pasar a un tanque de disolución que contiene agua y se filtra el producto en un filtro de hojas para que el material insoluble que pudiera quedar sea removido y así al final del proceso se obtengan colores con un menor contenido de material insoluble. La materia colorante es generalmente aislada con cloruro de sodio y el color es filtrado en un filtro prensa u otra unidad de filtrado como lo es una centrifuga .

El producto es lavado con agua, salmuera o algún solvente, y se sopla aire para remover la cantidad más posible de las aguas madres. Una filtración exitosa depende de si la materia colorante ha sido precipitada a la forma física correcta. Las condiciones exactas para el aislamiento de cada materia colorante tienen que determinarse por medio de una experimentación con el volumen, pH, cantidad de sal añadida, la temperatura cuando se añade la sal y el rango de enfriamiento. Una filtración eficiente y un régimen en el lavado son críticos en la fabricación de materias colorantes en el momento de liberar el color de impurezas.

La torta ya filtrada es transferida al secador, el cual puede ser del tipo de charolas o secadores más eficientes como puede ser un secador de vacío ó un secador de esreado. La torta filtrada y secada va a un cortado preliminar y a un tamizado para obtener un tamaño adecuado para obtener el colorante en forma de gránulos o para llevar al producto a una molienda fina y así reducir el colorante el tamaño apropiado para la presentación en polvo.

En este punto, el colorante a granel en polvo sufre un análisis para determinar si cumple con la calidad ya especificada en el país donde se fabrica el colorante. Si el producto pasa este análisis, es entonces mezclado con otros lotes del mismo color primario, para así obtener un producto estandarizado. Una vez más, la composición de esta mezcla es analizada para confirmar que cumple con las especificaciones ya dadas. De este punto si se encuentra que el colorante es apto para usarse en alimentos, se procede a empacarlo.

En los siguientes diagramas se muestra un esquema de la fabricación de un colorante tipo azo. (91) (79)

DIAGRAMA NO. 1

FABRICACION DE UN COLORANTE TIPO AZO Y PASOS SUBSECUENTES EN LA ELABORACION DE UN COLORANTE

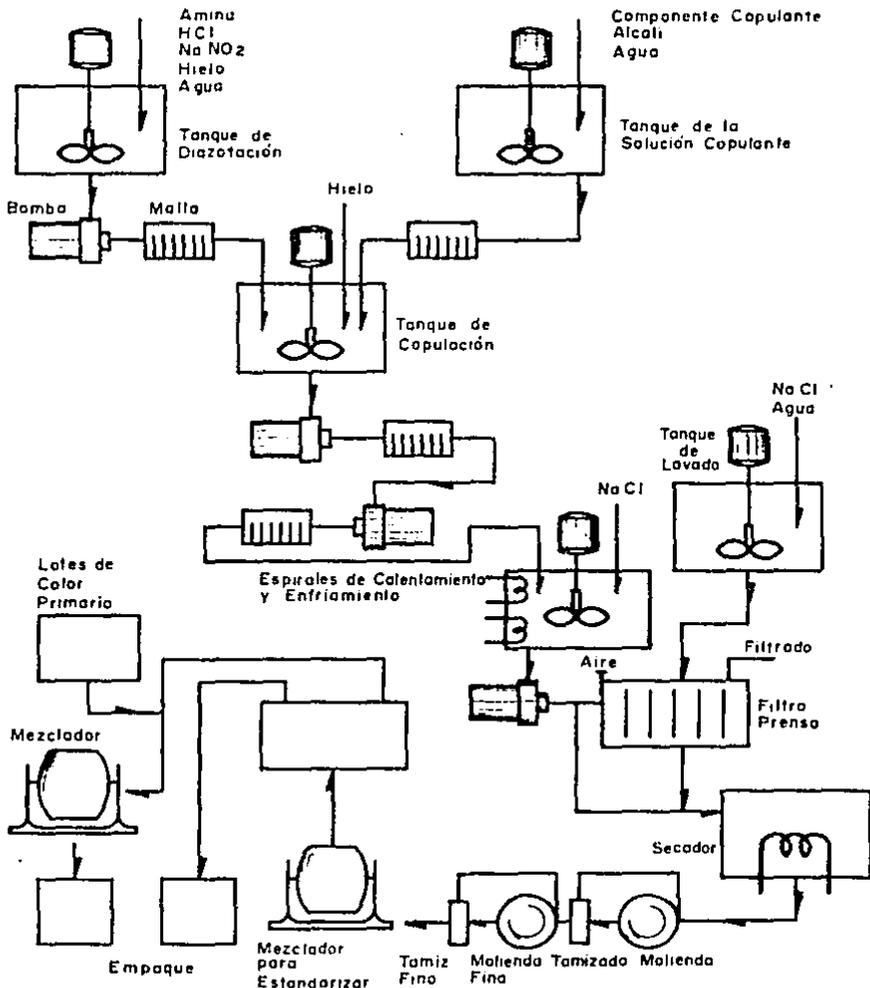
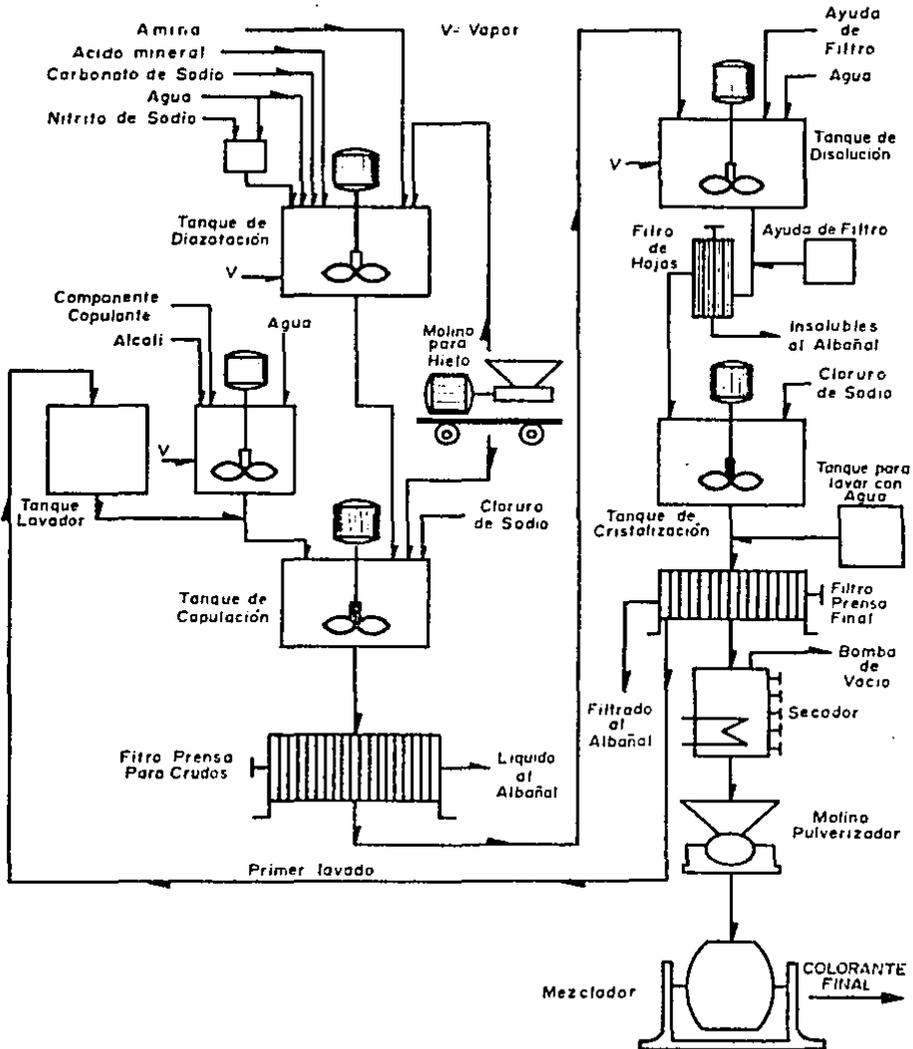


DIAGRAMA NO 2

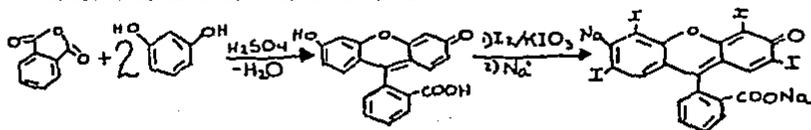
DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCION DE UN COLORANTE TIPO AZO (79)



## Elaboración de Eritrosina: (91)

La condensación del resorcinol con anhídrido ftálico por medio de una fusión en presencia de ácido sulfúrico concentrado o de cloruro de cinc, y con la eliminación de dos moléculas de agua da por resultado la fluoresceína (Colour Index No. 45 350). El tratamiento de una solución hirviente y alcohólica de fluoresceína con Yodo y Yoduro de Potasio da como resultado la Eritrosina, la cual es el único colorante del grupo de Xanteno, permitido para su uso en los Estados Unidos y en los países de la Comunidad Económica Europea.

Reacción de obtención de Eritrosina:



Después de efectuada la reacción, los procesos de purificación, aislamiento, secado, pulverizado y mezclado son los mismos que se describen en el proceso ya mencionado con anterioridad.

Aquí se muestra la manera en como se elaboran estos colorantes. Uno puede pensar que este proceso resulta sencillo, pero en la síntesis de una molécula compleja como lo es un colorante para alimentos, existen grandes posibilidades de que se efectúen reacciones conjuntas a la reacción principal (32) que dan compuestos subsidiarios, también hay el problema de la formación de intermediarios no combinados, los -

cuales pueden presentarse en colorantes para alimentos como resulta do de una reacción incompleta durante la síntesis de dicho colorante. (37)

Estos fenómenos obviamente disminuyen la pureza del colorante (36) por lo que organismos como la Food and Drug Administration - por medio del Código de Regulaciones Federales (80) han elaborado normas que limitan las cantidades de este tipo de productos. (15), (37)

Para poder llevar a cabo estas normas se ha tenido que utili zar alta tecnología para: (32)

1. Identificar los compuestos subsidiarios
2. Eliminarlos y así obtener un mayor grado de pureza

Estas tareas resultan particularmente difíciles y riesgosas, ya que en ocasiones, las reacciones conjuntas que se llevan a cabo son demasiadas, por lo que se necesita de tecnología avanzada para deter minarlas. Además, al momento de querer purificar el colorante, se - puede ocasionar una contaminación mayor. Por ejemplo , un procedi miento común de purificación es la absorción de componentes menores por medio de carbón selectivo (32). Cuando se utiliza esta técnica, sin embargo, existe la posibilidad de que se sufra una degradación - de los productos primarios.

Actualmente, la industria puede purificar colorantes sin crear nuevos contaminantes y esto se logra usando nuevas tecnologías y estableciendo un nivel de control en el proceso. Los requerimientos de control se pueden conseguir de las siguientes formas: (32)

1. Enfatizar el análisis en los procesos durante toda la reacción.
2. Aumentar la calidad de todas las materias primas, aún la más insignificante.
3. Mejorar las tecnologías.

En el caso de la Eritrosina por ejemplo, durante la iodación de la fluoresceína se pueden formar muchas fluoresceínas levemente iodadas y estos son colores subsidiarios. (36)

En lo que se refiere a la determinación química de los compuestos subsidiarios y de los intermediarios no combinados, se describirá en el siguiente capítulo.

Planta utilizada para la elaboración de colorantes para alimentos:(91)

La fabricación de colorantes para alimentos, se realiza en forma de lotes en vez de un proceso continuo. El equipo tiene que ser limpiado entre cada lote y esto es vital para eliminar contaminaciones. El medio para la reacción es altamente corrosivo y se debe tener mucho cuidado pues se debe evitar el contacto con superficies que no sean re

sistentes a estas condiciones, también debe controlarse toda posible contaminación que provenga del aire como son partículas de polvo, ó humos tóxicos y corrosivos .

En la fabricación del Rojo Allura y de la Carmoisina se utilizan ollas plásticas, de hule o también de acero porcelanizado. Todo el contacto del producto con cobre, acero, cinc, y aluminio debe evitarse, es esencial una cubierta plástica o de hule a los agitadores, espirales de calentamiento y enfriamiento, sensores de temperatura y pH bombas centrífugas y líneas de transferencia. El uso de acero inoxidable y de esmalte, puede reducir aún más la posibilidad de daños en sus superficies y absorción del producto, pero este acabado es más caro.

Cuando se fabrica Eritrosina, se requieren altas temperaturas y presiones para que se lleve a cabo las reacciones de condensación y de fusión. En este caso se usan ollas de presión, estas están construidas en algunos casos de hierro fundido y barnizado, pero más comúnmente se encuentran hechas de acero porcelanizado.

La sulfonación a temperaturas elevadas con ácido sulfúrico es una parte esencial en la fabricación de compuestos intermedios cuando se elaboran colorantes del tipo azo. Ollas de acero porcelanizado son las indicadas para las reacciones de sulfonación para asegurar la eliminación de contaminaciones por parte de metales pesados. También las reacciones de iodación para obtener Eritrosina se hacen en este tipo de ollas y se prefiere que estas estén recubiertas.

La planta para los procesos de filtración, secado, molienda, y mezclado debe estar construida de materiales resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar. Así, se requieren filtros prensa de polipropileno o que estos sean de acero inoxidable. También se requiere que las superficies de contacto con el colorante en los secadores de esparado sean de acero inoxidable.

Una vez que el producto se encuentra en estado seco, los problemas de absorción de contaminantes y de corrosión son menores, pero aún existe el problema potencial de contaminación por metales pesados al momento de la molienda del producto. Este problema se puede bajar a niveles mínimos al construir todas las partes de contacto con acero inoxidable. También el uso de películas magnéticas después de la molienda, reduce la posibilidad de contaminación con partículas de hierro.

Las unidades de proceso deben estar equipadas con sistemas de filtros y recolección de partículas de polvo en el aire para evitar contaminaciones de otros colorantes y para poder proteger a los trabajadores y también el desarrollo del producto.

Las ollas de reacción deben estar protegidas de humos tóxicos y corrosivos, esto se hace llevando los humos por unos ductos y después lavando los materiales indeseables.

El tratamiento de las aguas es una operación esencial, los materiales de origen orgánico (los cuales son medidos por la demanda química de oxígeno y por la demanda bioquímica de oxígeno), y los sólidos suspendidos deben mantenerse a niveles más bajos que los permitidos. Esto se hace por adsorción de cualquier color con carbón activado, o destruyendo el color por medios reductivos u oxidativos, seguido de una degradación bioquímica de casi todos los materiales orgánicos. En algunos casos la precipitación cuantitativa de sulfato de sodio seguida de una filtración es el único método para conocer el contenido de sulfato y sólidos suspendidos.

Se tienen que llevar a cabo inspecciones regulares de las plantas de colorantes para alimentos y se debe tener de ser posible estas plantas separadas de las plantas para colorantes de otro tipo como son las de cosméticos (17) para evitar problemas pues esto podría originar confusiones y posibles contaminaciones entre los productos.

#### Presentaciones:

Los colorantes artificiales para alimentos, ya sean colores primarios o mezclas de estos se encuentran en varias formas. Los colorantes Rojo Allura, Eritrosina y Carmoisina se encuentran en todas estas formas de manera que cubran las necesidades de los diferentes fabricantes de alimentos. La presentación mas indicada para utilizar en los diferentes alimentos estará dada por la naturaleza de estos, -

así como el comportamiento del colorante frente al alimento, las condi ciones del proceso y el empaque, y también el volumen de color usado - (83) (79). También depende de la composición de la formulación, y la vida de anaquel del producto final.

Existe una forma que se adapta a cada uso. Todas estas presenta- ciones, tienen ventajas y desventajas, por lo que tomando esto y los - factores anteriores a consideración se puede sacar el mejor provecho - de cada forma y aplicarlas de la mejor manera posible.

Las presentaciones más importantes que tienen los colorantes para alimentos son:

#### 1. Polvos -

Como ya se vió anteriormente los colorantes en polvo se obtienen después de hacer pasarlos por un proceso de molienda fina (91), este proceso puede variar y así se obtienen polvos más finos. Generalmente tienen un tamaño de partícula de unidad de mallaje de 60 mallas y para que se cumpla con esta especificación, se requiere que el 99% del pro ducto pase a través de esta malla (91). Existen aún polvos extremada- mente finos de los cuales del 95% de estos pase por una malla de 325 - unidades de mallaje (91). Estos últimos obviamente tienen una textura muy suave.

Los polvos tienen un contenido de 88 a 93% de tinte puro (en el caso de colores primarios) (82) y de todas las formas de los coloran

así como el comportamiento del colorante frente al alimento, las condi ciones del proceso y el empaque, y también el volumen de color usado - (83) (79). También depende de la composición de la formulación, y la vida de anaquel del producto final.

Existe una forma que se adapta a cada uso. Todas estas presentaciones, tienen ventajas y desventajas, por lo que tomando esto y los factores anteriores a consideración se puede sacar el mejor provecho - de cada forma y aplicarlas de la mejor manera posible.

Las presentaciones más importantes que tienen los colorantes para alimentos son:

#### 1. Polvos -

Como ya se vió anteriormente los colorantes en polvo se obtienen después de hacer pasarlos por un proceso de molienda fina (91), este proceso puede variar y así se obtienen polvos más finos. Generalmente tienen un tamaño de partícula de unidad de malla de 60 mallas y para que se cumpla con esta especificación, se requiere que el 99% del pro ducto pase a través de esta malla (91). Existen aún polvos extremadamente finos de los cuales del 95% de estos pase por una malla de 325 - unidades de malla (91). Estos últimos obviamente tienen una textura muy suave.

Los polvos tienen un contenido de 88 a 93% de tinte puro (en el caso de colores primarios) (82) y de todas las formas de los coloran

tes estos son los menos caros. Además del precio, otras ventajas de los polvos son fáciles de disolver en agua, cuando se van a utilizar en mezclas secas, se obtienen un mezclado uniforme y las aplicaciones de los polvos en alimentos son muy grandes (75). Entre las desventajas que presentan los polvos se cuentan, que fluyen pobremente y la mayor desventaja es que presentan problemas de que al manejarlos forman nubes de polvo (75). Estos problemas de las nubes de polvo ocurren cuando el colorante se añade rápidamente al alimento y esto afecta principalmente a la salud del empleado (30), y puede contaminar operaciones adyacentes (21). Se requiere añadir el color con cuidado además de que los empleados utilicen mascarillas.

## 2. Líquidos -

Cuando se requiere que el color sea disuelto antes de usarlo, entonces se recomienda la forma del colorante líquido. Estos se preparan simplemente disolviendo en solventes como agua, propilenglicol y glicerina (75). Como la Eritrosina es poco soluble en agua, se prefieren utilizar propilenglicol y glicerina ya que es más soluble en estos últimos, y en cambio con el Rojo Alilura sucede al revés, tiene buena solubilidad en agua, por lo que se prefiere esta en lugar de propilenglicol y glicerina (86), y en el caso de la Carmoisina como es poco soluble en alcohol se prefieren otros solventes, la solubilidad de la Carmoisina en agua es pobre también (90). También se pueden utilizar diferentes concentraciones y temperaturas de los diferentes solventes para obtener mejores resultados de solubilidad de estos colorantes. (86)

A continuación se presentan las solubilidades de los colorantes Eritrosina y Allura en difentes solventes y agua: (86) (75)

Solubilidad en agua (gr/100 ml):

Color	25 ° C
Allura	22.0
Eritrosina	9.0
Carmoisina	4.0

Solubilidad en propilen glicol (gr/100 ml):

Color	100 %		25%	
	25°C	60°C	25°C	60°C
Allura	1.5	1.7	18.0	22.0
Eritrosina	20.0	20.0	6.6	9.4

Solubilidad en alcohol (gr/100ml):

Color	100%		25%	
	25°C	60°C	25°C	60°C
Allura	0.001	0.05	9.5	22.0
Eritrosina	--	0.01	8.0	8.0

La Carmoisina es pobremente soluble en alcohol (.85)

Solubilidad en Glicerina (gr/100 ml):

Color	100%		25%	
	25°C	60°C	25°C	60°C
Allura	3.0	8.0	20.0	20.0
Eritrosina	20.0	20.0	14.0	19.0

En aceites vegetales, estos tres colorantes son insolubles. (90)

A estas soluciones se les añaden conservadores para asegurar que tengan una adecuada vida de anaquel. (75)

Los colorantes en forma líquida llevan un contenido de color puro de 1 a 6% en el caso de colorantes líquidos en base acuosa y en el caso que no sean en base acuosa, el contenido va de 1 a 8% de tinte puro el resto es solvente o agua, esta última cuando son en base acuosa. (82)

Las ventajas de los colorantes en forma líquida son que se eliminan los problemas de nubes de polvo que tienen los colorantes en polvo por lo tanto, tampoco van a existir contaminaciones de colorante a operaciones adyacentes, (75). Además de que el manejo de este tipo de colorantes es más fácil, estos se encuentran listos para usarse (21) y los empleados que los manejan no llevan el riesgo de afectar su salud como sucede con los polvos y el colorante va medido exactamente. (82)

También se pueden utilizar los colorantes líquidos en base acuosa para productos grasos. (82)

Las desventajas comparadas, son menores a las ventajas, dentro de las desventajas se tiene que el espacio requerido para guardarlas es mayor y también son más costosas que los polvos (21). Este problema no es muy grande, ya que el costo del colorante dentro de un alimento ocupa un porcentaje muy pequeño. (75)

### 3. Gránulos -

Para reducir, más no eliminar las nubes de polvo, se recomienda usar los colores primarios en forma de gránulos (75). Estos se preparan cortando la torta ya seca del producto y tamizándolo al tamaño deseado. También pueden producirse por aglomeración del colorante en polvo. Esto se hace re-humedeciendo el color en un perol aglomerador inclinado y seguido de un secado a un cierto nivel de humedad. Un secado por esparcido del sobrante de la torta filtrada, puede producir unas partículas con propiedades parecidas a los gránulos (91). La calidad de los gránulos, se encuentran libres de partículas de polvo y son estables durante el transporte bajo un manejo normal. (65)

Los colorantes en esta forma contienen un 88 a 93% de colorante primario (16) y entre las ventajas de estos colores está, que tienen buenas características de fluidez además de que se reduce el problema de nubes de polvo (75). También, son más convenientes de pesar y de dosificar en las formulaciones. Resisten encontrarse bajo su propio peso sin que se rompan los aglomerados por lo que van a ser resistentes al manejo (91). Y como desventajas se pueden citar que se disuelven más lentamente, no son adecuadas para usarse en mezclas secas de alimentos, son más caros que los polvos. Debido a que se disuelven lentamente y son más caros que los polvos, estos solamente se utilizan en menos de un 15% en la industria. (21)

Para aplicaciones especiales, existen formas comerciales con propósitos especiales y estas son:

#### 4. Mezclas homogeneizadas -

Cuando una mezcla de color (sin ser homogeneizada) es disuelta, se verá como hay una separación de los colores primarios y esto da un efecto indeseable (75). Si al elaborar la mezcla, esta es disuelta otra vez y posteriormente se seca, se obtendrá que el efecto indeseable desaparece y la mezcla de color se disuelve normalmente sin separarse en sus diferentes componentes. (83)

Estas mezclas contienen 90% de tinte puro y una ventaja es que se utilizan en productos reconstituidos por el consumidor desarrollándose el color uniformemente. Sus desventajas son que son más caros que el color normal. (21)

#### 5. Pastas -

Las pastas se utilizan cuando se requiere someter el colorante a ciertas condiciones del proceso de elaboración del alimento (75). Cuando se emulsifica el color en una pasta se atenúa la pérdida de este en sistemas ácidos o en procesos que incluyen altas temperaturas - (21). Como con la forma líquida, los colorantes en pasta son disueltos en el solvente apropiado como agua, propileno glicol y/o glicerina y a este sistema se le agregan conservadores para que tengan una buena vida de anaquel, además de que también se le agregan gomas para que la viscosidad sea aumentada y se reduzcan las características de flujo lo que hace que las pastas sean la forma preferida para aplicaciones especiales. (21) (75).

Las pastas llevan de un 4 a un 19% de tinte puro (82) y debido a sus características tienen la ventaja de que el color se mantiene cuando se elabora el alimento y que puede ser aplicado a productos donde el agua es limitada. Como desventajas se tiene que este tipo de presentación es costosa y tiene aplicaciones limitadas. (21)

#### 6. Dispersiones -

Las dispersiones están compuestas del colorante dispersado en diferentes vehículos como propilen glicol, glicerina, jarabes de azúcar o aceite comestible. El color es totalmente dispersado en el vehículo antes de ser utilizado en el alimento (1). Estas dispersiones contienen una suspensión permanente de  $TiO_2$  con lo que presentan opacidad. Tienen la ventaja de que se pueden utilizar en vez de las lacas ya que estas resultan ser muy caras. Además por la opacidad que tienen se usan mucho en repostería, en cubiertas y rellenos de dulces así como en repostería. Aunque son más baratas que las lacas, las dispersiones son más caras que los polvos y sus aplicaciones no son tan amplias. (21)

#### 7. Lacas -

Otra presentación en la que vienen los colorantes son las lacas, estos son extensiones del color en un sustrato de alumina o una sal preparada combinando el colorante con el radical aluminio. Estos pertenecen al grupo de los pigmentos y son el grupo más importante de ellos (74). Difieren de los tintes en que estos mues-

tran su poder de coloración al ser disueltos en un solvente apropiado y los pigmentos colorean por dispersión en el producto ya que son insolubles. (74) (83)

Las propiedades pigmentarias de las lacas dependen mucho de la preparación el hidrato de aluminio y las variables al procesar (pH, - temperatura), deben ser controladas cuidadosamente. Aún la agitación, concentración y adición de los reactivos afecta las propiedades físicas de las lacas. (83)

El colorante soluble es precipitado como su sal sobre alumina - por medio de la adición de cloruro de aluminio. El sustrato de aluminio se prepara de una solución de alguna sal de aluminio con adición - de hidroxido de sodio. La cantidad de tinte se agrega a la alumina y la solución de cloruro de alumina es añadida para que se forme la laca. Después hay un lavado para liberar las sales solubles, se filtra y se vuelve a lavar. Después la torta se seca y se muele al tamaño - deseado de la partícula. Se pueden obtener muchos tonos mezclando - las lacas. Es muy importante la apariencia de la laca en forma de polvo. Las partículas individuales miden de 1 a 5 micrometros y los aglomerados de estas miden 45 micrometros ó más. (91)

Aunque las lacas son más caras que los tintes (colores solubles), tienen usos muy amplios y dan muy buenas apariencias finales. No todas las lacas están permitidas en alimentos. La laca del rojo Allura se - encuentra permitida en Estados Unidos, mientras que la laca de la Eri-

trosina está provisionalmente listada ya que se reevalúa la seguridad de esta. (40) (80) (8)

Las lacas contienen de 11 a 28% de tinte puro cuando se trata de lacas con un rango medio de tinte puro. Cuando son lacas concentradas el contenido de tinte es de 35 a 42 %. (74)

En la tabla 1 se muestran las ventajas y las desventajas de las formas ya descritas.

Cabe mencionar que actualmente se están desarrollando otro tipo de colores que son los tintes poliméricos los cuales se basan en - que: los efectos tóxicos de un colorante ocurren cuando este es absorbido al cuerpo por el tracto gastrointestinal, si la molécula de - un colorante es lo suficientemente grande (polimero) que el cuerpo no la pueda absorber, esta será desechada y los efectos tóxicos pueden - verse reducidos si no eliminados. (91)

Se hacen pruebas acerca de este tipo de colores y se espera que pronto sean aceptados para así poder tener otra opción en el campo de los colorantes para alimentos. (40)

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las diferentes presentaciones de los colorantes. (82) (75) (21) (74)

Presentación	Ventajas	Desventajas
Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son los menos <u>ca</u>ros</li> <li>- Fáciles de <u>disol</u>ver en agua</li> <li>- Mezclado uniforme en mezclas secas</li> <li>- Almacenamiento en espacio menor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen dificultades al hacerlos fluir de un lugar a otro</li> <li>- Forman nubes de polvo</li> <li>- Ya que son hidrosolubles tienen poca <u>apl</u>icación en productos grasos</li> </ul>
Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se eliminan las <u>nu</u>bes de polvo</li> <li>- No hay <u>contamina</u>ción de colorante en operaciones <u>adya</u>centes</li> <li>- Ya que no hay nubes de polvo, el <u>ma</u>nejo se facilita</li> <li>- Estan listos para usarse sin necesidad de disolver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El espacio para <u>almace</u>narlos es mayor</li> <li>- Son más costosos que los polvos</li> </ul>

Tabla 1. (continuación)

Presentación	Ventajas	Desventajas
Gránulos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ya que son aglomerados, fluyen más fácilmente al hacerlos pasar de un lado a otro</li> <li>- Se reduce el problema de las nubes de polvo</li> <li>- Son más fáciles de pesar y dosificar</li> <li>- Son más resistentes al manejo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se disuelven más lentamente</li> <li>- No son adecuados para usarse en mezclas secas por su pobre incorporación</li> <li>- Son más caros que los polvos</li> <li>- Por las desventajas ya descritas sólo se usan en un 15% en la industria</li> </ul>
Mezclas		
Homogeneizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al disolver no hay separación de sus componentes</li> <li>- Se pueden usar en productos reconstituidos por el consumidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son más caros que los polvos</li> </ul>
Pastas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son la forma preferida de las aplicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son costosas</li> <li>- Tienen limitaciones en</li> </ul>

Tabla 1. (Continuación)

Presentación	Ventajas	Desventajas
	<p>ciones especiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El color se mantiene cuando se elabora el alimento a altas temperaturas y en condiciones ácidas.</li> </ul>	<p>sus aplicaciones en productos secos, productos reconstituidos por el consumidor así como a productos donde predomina el agua</p>
Dispersiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En algunos casos se pueden usar en lugar de las lacas</li> <li>- Por su opacidad se usan en repostería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son más caras que los polvos</li> <li>- Sus aplicaciones son limitadas, no se pueden usar en mezclas secas, productos en polvo que reconstruye el consumidor ni en productos transparentes</li> </ul>
Lacas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pueden aplicar a productos grasos ya que se dispersan en estos</li> <li>- Dan buena apariencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son más caras que los tintes</li> <li>- No todas están permitidas para usarse en alimentos. La laca de la</li> </ul>

Tabla 1. (Continuación)

Presentación	Ventajas	Desventajas
Lacas	<p data-bbox="443 194 640 255">cia final, con brillo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="425 275 653 490">- Sus aplicaciones son muy amplias como en productos grasos, productos en polvo, cubiertas de alimentos</li> <li data-bbox="425 511 632 606">- No destiñen en la boca ya que no se disuelven</li> <li data-bbox="425 627 648 761">- No hay migración o escurrimiento del color a otras partes del producto</li> <li data-bbox="425 781 643 954">- Más estables al calor y a la luz que sus correspondientes colores solubles</li> <li data-bbox="425 975 632 1032">- Gran variedad de tonos.</li> </ul>	<p data-bbox="681 194 905 255">Eritrosina está bajo estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="664 275 921 413">- Se utilizan en caso de que los colorantes no se puedan aplicar</li> </ul>

**C A P I T U L O 3****3. CONTROL DE CALIDAD, IDENTIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN****3.1 CONTROL DE CALIDAD****3.2 IDENTIFICACIÓN****3.3 CONSERVACIÓN**

### Control de calidad, Identificación y conservación:

La fabricación de productos alimenticios, generalmente involucra una variedad de procesos rigurosos. Se requieren colores para alimentos que resistan estas condiciones adversas aunque los efectos sobre los colorantes pueden minimizarse por medio de la adición de estos - en las últimas etapas del proceso.

Los colorantes sintéticos para alimentos generalmente poseen - buena estabilidad a efectos físicos y químicos, pero algunas condiciones del proceso requieren de una selección cuidadosa del colorante para que se obtenga una estabilidad óptima. (65)

Cada colorante va a tener un comportamiento diferente en las condiciones que lleva el proceso del alimento. Algunos colorantes van a ser más estables que otros y cabe señalar que aunque algunos de los colorantes sintéticos, presentan una baja estabilidad, por lo general son más estables que los colorantes de origen natural. (33) (3) (2) - (5) (4)

#### 3.1 Control de calidad

El control de calidad para colorantes de alimentos se hace desde el principio controlandose rigurosamente la materia prima utilizada , el proceso de fabricación y la materia colorante producida.

El control de calidad se lleva a cabo en laboratorios bien equipados por medio de métodos de análisis químicos, bioquímicos e instrumentales. Aún se llevan a cabo procedimientos de rutina como son los clásicos métodos químicos volumétricos y gravimétricos. (91)

#### Control de calidad de las materias primas:

Las materias primas son controladas por análisis en el laboratorio para que cumplan con las especificaciones y también se lleva a cabo una conversión de estas al producto final, a nivel laboratorio, y posteriormente analizando este producto para checar si también cumple con las especificaciones. Al mismo tiempo, determinaciones exactas de las materias permiten tener un control de calidad en las reacciones. (91)

#### Control de calidad en el proceso:

Un control de calidad en el proceso se lleva a cabo en las etapas críticas de la elaboración. Así mientras se elabora un colorante del tipo azo (Rojo Allura y Carmoisina), se llevan a cabo pruebas para poder estimar la extensión de la diazotación, de la copulación, del aislamiento del producto y de la eficiencia del lavado. Esto se hace tomando alícuotas, las cuales se trabajan en el laboratorio de la misma manera a como corresponde en el lote original. (91)

#### Control de calidad al producto terminado:

Quando se hace el control al producto terminado, debe tenerse en cuenta que se hace de la manera:

- A) Bacteriológica
- B) Física
- C) Química

#### A) Control de calidad bacteriológico:

Las especificaciones bacteriológicas cuantitativas para colorantes aún no se encuentran en uso general, pero los fabricantes hacen sus propias pruebas. El control bacteriológico de colorantes se lleva a cabo tomando muestras del equipo de proceso y del producto terminado y sometiendo estas muestras a cuentas estándares de microorganismos, así como a cuentas de hongos y microorganismos coliformes .  
(91)

#### B) Control de calidad físico:

Este tipo de control de calidad lo va a elaborar principalmente el personal que va a utilizar el colorante para aplicarlo a los alimentos, y lo que se hace es determinar el tono de los colores, ya sean colores primarios o mezclas. Una comparación visual es muy útil para checar el tono de los colores, esto se hace a colores en polvo, líquidos y pastas. Además se hace un análisis espectrofotométrico para indicar la fuerza del color. Este tipo de comparaciones se hacen contra estándares en diluciones similares, y estas soluciones deben estar amortiguadas para evitar cambio de color debido al pH. (83)

También es conveniente checar el tamaño de la partícula de color en el caso de colores en polvo y en gránulos la cual frecuentemente se expresa en términos de porcentaje de color que pasa por una malla de un tamaño determinado

Existen colorímetros y turbidímetros los cuales van a ayudar a medir el color en diversos alimentos así como su transparencia, turbidez, y brillo, esto se hace cuando se pone la muestra en el aparato indicado y luego por medio de comparaciones con estándares ya establecidos. (70) (39) (22)

c) Control de calidad químico:

Los fabricantes de colorantes elaboran este tipo de pruebas a sus productos. En los Estados Unidos, el laboratorio de certificación de la Food and Drug Administration elabora pruebas de control de calidad a cada lote de colorante antes de someterlo a certificación (83). En México, de acuerdo a la Norma Mexicana, existen ciertas especificaciones que los fabricantes deben cumplir y son:

1) Determinación de la concentración de color: (48)

Consiste de una valoración con  $TiCl_3$  en una atmósfera de  $CO_2$  hasta obtener un cambio de color y por medio de fórmulas se obtiene el porcentaje de color. Es aplicable a polvos, líquidos y pastas.

2) Determinación de Plomo : (55)

Se hace una digestión del colorante y se separan las materias orgánicas por medio de extracciones, el líquido libre de estas materias, se hace pasar por espectrofotómetro, las lecturas obtenidas se comparan con gráficas estándares.

### 3) Determinación de Arsénico: (46)

Para determinar la presencia de este compuesto se lleva a cabo el método de Gutzeit, el cual básicamente consiste de una comparación de manchas en papel las cuales se obtienen después de una serie de valoraciones y de una digestión del colorante.

### 4) Determinación de Materia Volátil (a 135°C) : (52)

Este es un método sencillo el cual se puede hacer tanto a polvos, gránulos, pastas, y líquidos y consistente en pesar, evaporar la materia volátil, y volver a pesar, y por diferencia de pesos conocer la cantidad de materia volátil.

### 5) Determinación de materia insoluble: (51)

Consistente en hacer un filtrado y lavado de este, para eliminar la materia colorante, y posteriormente secar la materia que no se ha disuelto y pesarla, esta prueba se puede aplicar a pastas, polvos, y líquidos.

### 6) Determinación de extractos etereos: (50)

Se hace una separación de extractos etereos neutros ácidos y básicos por medio de un reflujo seguido de una destilación. Posteriormente se juntan los extractos, se secan y se pesan y por medio de diferencia de pesos, se obtiene la cantidad presente de extractos etereos.

### 7) Determinación de óxidos mixtos: (54)

Al material colorante ya calcinado y disuelto, se le hace precipitar y filtrar varias veces y luego de calcinar los precipitados, secar

los y pesarlos, se determina la cantidad de óxidos mixtos (de fierro, aluminio, calcio y magnesio).

8) Determinación de metales pesados: (53)

El método se basa en la formación de sulfuro de plomo coloidal. La intensidad de la coloración resultante se compara con un tipo que contiene la cantidad máxima permitida de plomo.

9) Determinación de colorantes subsidiarios: (47)

Los colorantes subsidiarios son separados del tinte principal - por medio de una cromatografía ascendente en papel y son extraídos se paradamente de papel. Las densidades ópticas de los extractos son me didas a sus longitudes de onda de máxima absorción en el espectro vi sible y se usan para calcular el contenido de colores subsidiarios co mo porcentaje en peso de la muestra .

10) Determinación de cloruros: (49)

Se lleva a cabo por medio de una titulación con nitrato de plata

11) Determinación de sulfatos : (56)

El método se basa en la precipitación de los sulfatos en medio - ácido y caliente con un solución de cloruro de bario.

En otros países, estos métodos han sido suplementados por el uso de metodologías bien establecidas de espectroscopía como son la Reso

nancia Magnético Nuclear, fluorescencia de Rayos X y espectroscopía de absorción atómica, para ayudar en el reconocimiento y cuantificación - de productos intermedios en la reacción y contaminaciones por metales pesados.

### 3.2 Identificación:

El uso de las técnicas de separación entre las que se incluyen la cromatografía gas-líquida, cromatografía en columna en polvo de celulosa, alúmina ó sílica, cromatografía de capa fina o en papel y más recientemente cromatografía líquida de alta presión, son particularmente importantes para la identificación y comparación cuantitativa con estándares, en vista de la naturaleza tan compleja del producto y de la necesidad de especificar niveles bajos de impurezas. (91)

La cromatografía, es la separación de una mezcla de dos ó mas compuestos por distribución diferencial entre dos fases, una estacionaria y otra móvil. Hay varios tipos de cromatografía, según la naturaleza de las dos fases involucradas y si los compuestos son retenidos en la fase estacionaria por adsorción o partición. (87)

ADSORCION - La adsorción consiste de la capacidad de una sustancia sólida llamada adsorbente, para detener ó concentrar selectivamente sobre su superficie inmóvil o estacionaria, gases líquidos que van en una disolución en movimiento. (87)

PARTICION - En la cromatografía de partición la fase estacionaria es un líquido fuertemente adsorbido sobre un material soporte contenido en una columna; la fase móvil, que puede ser una disolución, un gas ó vapor, se mueve a través de la columna. Los solutos se reparten entre la fase móvil y la fase estacionaria y quedan separados en bandas que se desplazan a velocidades diferentes, según los coeficientes de partición entre las dos fases. Los componentes separados se identifican y/o se miden a medida que emergen de la columna en etapas. (87)

Según la naturaleza de las dos fases, las cromatografías pueden ser: sólido-líquido (cromatografías en columna, en capa delgada y en papel), líquido-líquido y gas-líquido (en fase de vapor). (87)

La Food and Drug Administration, en particular utiliza cromatografía líquida a alta presión como la herramienta analítica más importante para reforzar su estricto control de calidad de la materia colorante. (91)

Con las nuevas tecnologías, se han encontrado sustancias que contaminan a los colorantes como son intermediarios no combinados - (37), colores subsidiarios (7) (29) y por esto las especificaciones tienen que ser más estrictas.

Actualmente se cuenta con métodos, los cuales con leves modificaciones se pueden adaptar a los más variados productos para identifi-

car colorantes y también es posible separar los diferentes colorantes aún cuando estos son inestables a ciertas condiciones.

Un método que se utiliza mucho es el de cromatografía líquida a alta presión. Este método ha demostrado tener mucho potencial para el análisis de colorantes para alimentos de una forma cualitativa y cuantitativa, además de ser un método rápido de análisis (38), también permite monitorear el colorante en las diferentes etapas del proceso así como identificarlo en el alimento al final (29). Ya que este método es rápido y ajustando las condiciones de identificación (14) se puede lograr detectar colorantes que tienen baja estabilidad al calor o a ácidos y bases fuertes como es el caso de la Eritrosina.

En la cromatografía líquida de alta presión, se utiliza un instrumental que tiene ventajas significativas. En este método se usan columnas de diámetro muy reducido, por ejemplo 2 mm, rellenas de materiales especiales pulverulentos, cuyas partículas tienen un tamaño de 30-40 micrometros y en ocasiones hasta de 10 micrometros. Este tipo de columna es muy eficaz, pero ofrece una gran resistencia al flujo de la fase móvil, o sea una gran caída de presión. Por esta razón es necesario emplear sistemas de bombeo de alta presión (hasta 400 atm) que hagan fluir la fase móvil a una velocidad razonable a través de la columna. La cantidad de fase estacionaria dentro de la columna es pequeña, por lo que se requiere que la muestra también sea pequeña entre 1 y 10 mg.

Si la presión de entrada a la columna no es muy elevada (100 atm ó menos), la muestra se introduce en la cámara de inyección mediante una jeringa de alta presión; a presiones más elevadas, se utilizan - las válvulas de inyección. Un detector, colocado a la salida de la columna proporciona un registro continuo de la composición del líquido que sale, lo que permite obtener un cromatograma similar a los obtenidos en cromatografía de gases y que se utiliza para identificar y - cuantificar los componentes de la muestra. Otra ventaja de este método es el escaso deterioro de la columna a pesar de su repetido uso, - si bien en algunos casos es necesario regenerarla. (87)

Existen muchos alimentos de los cuales es difícil la separación de los colorantes (71). Una buena extracción de ellos es vital para obtener resultados satisfactorios por lo que después de solubilizar el producto se extraen por medio de Tri-n-Octilamina (TnOA), obteniendo buenos resultados (61) y posteriormente identificando con cromatografa líquida a alta presión.

Al extraer el colorante con TnOA, se tiene la ventaja de poder - extraer simultáneamente conservadores como ácido benzoico, ácido sórbico, además de edulcorantes como la sacarina (60), esto se hace realizando una segunda extracción con una solución de perclorato de sodio.

Sin embargo el uso de TnOA, para extraer colorantes, necesita de ácido perclórico para que esta se pueda llevar a cabo, por lo que co

lorantes que son inestables a condiciones ácidas como es la Eritrosina no pueden ser extraídos por este método (63) (62). Es por esto que se usa un método de quinina y cloroformo para realizar la extracción (34).

También se ha desarrollado el método de cromatografía de capa fina de alta ejecución el cual permite identificar colorantes permitidos entre los cuales se incluyen el Rojo Allura, la Carmoisina y la Eritrosina, así como colorantes no permitidos, este método es cualitativo y cuantitativo y es un procedimiento rápido y se usa para identificar en bebidas alcohólicas. (68)

Ya que los métodos de cromatografía a alta presión tienen la desventaja de que dependen del tiempo de retención el cual varía con el medio, se ha estudiado otro método que es la Espectroscopía de Resonancia Raman (Resonance Raman Spectroscopy), el cual utiliza rayo láser (69). Se han hecho estudios en alimentos para determinar colores de manera cualitativa y cuantitativa. No se puede analizar la Eritrosina, ya que presenta una alta fluorescencia y esta hace interferencia de manera que se pierde el espectro. Se pueden determinar colores que son permitidos y aquellos que no lo son, y también se pueden determinar colores artificiales en presencia de naturales por lo que se puede detectar la adición de fracciones colorantes sintéticas en productos naturalmente coloreados. No se pueden determinar en todas clases de alimentos, pero actualmente se hacen ensayos para poder analizar la mayoría de los alimentos (69).

El método de cromatografía líquida a alta presión también sirve para identificar colores subsidiarios así como colores no combinados que quedaron de la reacción. Ambos se consideran contaminaciones y - la Food and Drug Administration establece límites para estos productos. (15) (37)

Se han hecho estudios con Eritrosina y se han encontrado fluo resceninas levemente yodadas (15). Antes se utilizaba el método de cromatografía en capa fina, pero se requería de un tiempo de aproximadamente 2 y media horas por lo que no se lograba una recuperación de la mayoría de estos colores subsidiarios.

También se utilizan este método para otros colores (36) como Rojo Allura (64) y Carmoisina.

Para determinar productos intermedios no combinados se utiliza mucho la cromatografía líquida de intercambio iónico (37), la - cual se basa en la competencia entre la fase móvil y la muestra ió - nica por los sitios o grupos activos de una resina intercambiadora - de iones. Este tipo de separación se aplica a compuestos de un intervalo de pesos moleculares muy amplio, y ejemplos característicos de éstos son los péptidos y los aminoácidos.

Las columnas varían entre 1 y 2 metros de largo y 2 y 3 mm de diámetro interno, que producen caídas de presión de 55 a 135 atm, dependiendo de la velocidad de flujo de la fase móvil. En la fase mó

vil se puede variar la fuerza iónica o el pH para obtener la elución de los compuestos de la mezcla en un tiempo razonable. Esta forma de cromatografía es la única que se puede aplicar a especies iónicas. (87)

Para identificar colores subsidiarios, se utiliza también una cromatografía en capa fina. (19)

Actualmente se estudia un método de cromatografía líquida por un método de fase invertida, para determinar ambos componentes por un sólo método y así ahorrar tiempo y que por medio de un sólo análisis se conozca la presencia de ambos compuestos. (19)

También el método de cromatografía líquida de pares iónicos se utiliza para determinar compuestos subsidiarios (37). Este método es útil ya que por medio de este se puede determinar la presencia de productos intermedios subsidiarios así como colores primarios.

### 3.3 Conservación

Los colores sintéticos para alimentos son comercialmente estériles cuando se elaboran y pueden ser estables por un período indefinido mientras se mantengan en recipientes sellados y almacenados bajo condiciones frescas y secas (91). Generalmente los colorantes se mantienen perfectamente bajo estas condiciones y se ha visto que los colorantes certificados no muestran degradación después de permanecer almacenados por períodos de tiempo de 15 años o más (86).

Los colorantes para alimentos en forma de polvo y gránulos son higroscópicos, y una vez que se han abierto, deben re-sellarse cada vez que se tome el colorante para prevenir una absorción excesiva de humedad. (91)

El fabricante de alimentos usualmente hará una cantidad de solución de colorante en polvo o en gránulos, la cual debe usarse en un lapso de 24 horas y siempre debe mantenerse en condiciones estériles (91). Cuando esta solución se va a mantener por un período más largo, debe refrigerarse y añadirse conservadores aplicando primero el conservador (benzoato de sodio), seguido de la adición de un acidulante (ácido fosfórico o cítrico). El orden de adición es crítico ya que si se hace al revés, se puede perder el efecto conservador, dando como resultado la precipitación del conservador, y por consiguiente una solución opaca (21). Para mezclas de colorantes que contienen Eritrosina, basta con añadir propilén glicol a la solución en una proporción de 19 onzas fluidas de propilén glicol por galón de solución de color. (75)

Cuando el fabricante de alimentos va a utilizar un colorante en forma líquida o en pasta, esta ya tiene conservador, por lo que no existe el problema de añadirlo.

Para las soluciones de colorantes, se prefieren envases de cristal, plásticos o de acero inoxidable para minimizar el contacto con metales, el cual puede causar reacciones de reducción electroquímica. (91)

Aunque se ha demostrado una vida larga de anaquel del colorante ne to, esto no garantiza una alta estabilidad en el alimento. Consecuentemente, es necesario hacer pruebas del colorante al alimento en el que - van a ser aplicados (86), basandose en las características de estabili dad y solubilidad de estos colorantes.

Constantemente, se hacen estudios de la estabilidad de los colorantes para alimentos (10) para identificar productos que se pueden formar por la degradación de colorantes durante el proceso y almacenamiento - del producto (26), y así, el público pueda tener una mayor confianza de que consume alimentos más seguros.

Como ya se dijo, de los colorantes, se requiere que tengan una bue na estabilidad a las diferentes condiciones del proceso de elaboración del alimento y dentro de las condiciones que afectan la estabilidad de un colorante se cuentan: (91) (86) (82) (75)

#### 1) Acción de la luz:

La luz es enemiga de todos los agentes colorantes. La luz directa del sol y particularmente la luz ultravioleta son capaces de efectuar - un cambio fotoquímico en los colorantes dando como resultado una decolo ración total (91). La estabilidad de un colorante a la luz, no siempre es la misma cuando el colorante se encuentra solo o cuando está con al gún alimento. Hay ingredientes como saborizantes aldehídicos, azúcares reductores y aceites esenciales que pueden realzar los efectos de la -

luz en ciertos colorantes (86). Se debe proteger hasta donde sea posible los colores de la luz directa (82), y también aplicar métodos que minimicen los efectos de la luz en el colorante como es el empacar el alimento en envases a prueba de luz o el incorporar al envasar productos que absorban los rayos ultra-violeta y lo que es más importante, - escoger el colorante adecuado, es decir, que sea más resistente a la luz ya que hay algunos colorantes más estables a la luz que otros, así como una buena elección de los ingredientes. (86)

## 2) Altas Temperaturas:

Las temperaturas alcanzadas al momento del cocimiento del alimento deterioran a los colorantes. A temperaturas muy altas, pueden ocurrir una carbonización la cual puede causar una pérdida o un cambio en el color (91). Los colorantes deben añadirse a la temperatura más baja que se pueda y en el último paso posible durante el proceso, generalmente junto con el saborizante (82). Las altas temperaturas también van a realzar la actividad de agentes oxidantes y reductores (75), los cuales se describirán a continuación.

## 3) Agentes oxidantes y reductores:

Existe una pérdida de color en presencia de agentes oxidantes como son: (75)

- Ozono
- Cloro
- Hipocloritos

Estos últimos los cuales se usan para blanquear y desinfectar van a decolorar la mayoría de las soluciones acuosas de los colorantes. Las soluciones de colorantes deben mantenerse separadas de los agentes blanqueadores. (82)

Asimismo, la mayoría de los colorantes se ven afectados por agentes reductores y en la mayoría de los casos, existe una pérdida de color o cambio en los tonos. (91)

Dentro de los agentes reductores se cuentan: (75)

- Dióxido de azufre
- Azúcares reductores
- Iones metálicos
- Ácido ascórbico

La mayoría de los colorantes tienen una relativa estabilidad al dióxido de azufre excepto cuando se encuentran en presencia de metales (82).

Azúcares invertidos los cuales se forman a partir de la hidrólisis de azúcar de caña con ácido cítrico o invertasa tienen una acción reductora sobre los colorantes ocasionando un desvanecimiento en sus tonalidades. (91)

Iones metálicos como aluminio, cinc, estaño y plomo causan cambios en los colores y estos metales deben ser evitados por lo que el

equipo donde haya contacto con el colorante debe ser de acero inoxidable o porcelanizado. (82)

Las vitaminas y los antioxidantes son agregados a una gran cantidad de alimentos procesados y la vitamina C en forma de ácido ascórbico frecuentemente se añade para cubrir ambas necesidades. Este es un agente reductor fuerte y se deben hacer cuidadosos estudios para ver la estabilidad del colorante ante el ácido ascórbico.

### 3) Ácidos y Bases fuertes:

La estabilidad de los diferentes colores ante los ácidos y bases fuertes es variable, generalmente se va a ver afectada por otros factores como es la presencia de metales y las altas temperaturas (91). Aparte de la destrucción del color o el desvanecimiento de este, cabe mencionar que los tonos de los diferentes colorantes varían considerablemente dependiendo del medio en el que se encuentren. (82)

Cuando se va a elegir un colorante, se debe considerar el pH al que este se va a aplicar, ya que aparte de lo dicho anteriormente algunos van a precipitar e incluso la vida de anaquel de estos se ve afectada. (86)

### 5) Microorganismos:

Los hongos y algunas clases de bacterias (reductoras) causan un desvanecimiento parcial o total de los colorantes. Esto no es considerado una desventaja, ya que este desvanecimiento indica que hay cre

cimiento microbiano y por lo tanto el producto no es apto para consumirse (75). Cuando los mohos no están presentes en suficientes cantidades que se puedan ver a simple vista, uno se puede ayudar de un microscopio para comprobar la existencia de estos.

Las bacterias son introducidas en el producto por el agua del proceso. Esta agua obviamente está contaminada, y no es apta para usarse.

Todos los accesorios para el manejo de colorantes deben estar perfectamente limpios antes de usarse y debe recordarse que cuando se van a guardar soluciones del colorante por más de 1 día, antes de usarse, se debe poner un conservador para evitar el crecimiento de hongos. (82)

#### 6) Conservadores:

La mayoría de los colores para alimentos son estables a los niveles utilizados de ácido benzoico o benzoato de sodio.

A continuación se presentan las estabilidades específicas de los colorantes Rojo Allura, Carmoisina y Eritrosina:

#### 1) Rojo Allura:

Es un polvo rojo oscuro que se añadió a la lista de colores permitidos para alimentos en Estados Unidos en 1971. Es efectivo en pro

ductos opacos y translucidos, pero no dá el tono correcto en productos transparentes (65). Tiene un tono rojo amarillento (90) y su uso se encuentra permitido en México (59).

Entre sus propiedades se cuentan:

**Estabilidades:**

- Luz: Muy buena, se cuenta entre los más estables (91) (90) (28)
- Oxidación: Regular (75) (28)
- Cambios de pH: Buena (75); Los azo colorantes son los más estables (65), y el Rojo Allura es estable a pH de 3;7 y 8. (28)
- Ácidos de Frutas: Excelente (90)
- Alcalis: Regular (90)
- Temperatura: Excelente hasta 105°C. (90)
- Ácido Benzóico: Buena (90)
- Dióxido de Azufre: Regular (90)
- + Compatibilidad con componentes del alimento: Muy buena (75)
- + Poder tintorial: Muy bueno (75)
- + Solubilidad: (75)
  - Agua: Buena (22 g/100 ml)
  - Etanol a 25% de Etanol: Regular (9.5 g/100 ml)
  - Glicerina: Mala (3 g/100 ml)
  - Propilén Glicol: Muy mala (1.5 g/100 ml)
  - Aceites vegetales: insoluble
- + Tamaño de la partícula en polvo: a 100 mallas, se retiene el 6% como máximo y a 200 mallas se retiene el 30% como máximo. (28)

## 2) Carmoisina:

La carmoisina es un polvo rojo que dá una solución roja a rojo azu-  
loso, no está permitida en alimentos en los Estados Unidos, pero se ha-  
cen pruebas toxicológicas para que este colorante sea un posible reem-  
plazo del amaranto (85). Su uso se encuentra permitido en México.(45)

Entre sus características se cuentan:

### + Estabilidades:

- Luz: Buena cuando se encuentra en solución acuosa. (90) (89)
- Temperatura: Es buena hasta 105°C y es mediana hasta 205°C. (89) (90)
- Alcalis: Regular (89) (90)
- Acido Benzóico: Buena (89) (90)
- Dióxido de Azufre: Regular (89) (90)
- Ácidos de Frutas: Muy buena. (89) (90)
- Cambios de pH: Muy buena, los colorantes del tipo azo son muy es-  
tables a este tipo de variaciones. (65)
- Acido Ascórbico: Se degrada fácilmente pero esta degradación dis-  
minuye cuando se añade ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)(26)

### + Solubilidad:

- Agua: Buena (89)(90)
- Etanol: Poco soluble (89) (90)
- Aceites vegetales: Insoluble (89) (90)

### 3) Eritrosina:

Es un polvo café que cuando se encuentra en solución acuosa da una coloración rojo-cereza con matices ligeramente rosados. Cuando se disuelve en glicerol o en etanol da una solución que tiene una pequeña - fluorescencia (85). Su uso se encuentra permitido en México. (59)

Entre sus propiedades se cuentan:

#### + Estabilidad:

- Luz: Pobre en solución acuosa, es de los menos estables a la luz (90) (89) (65)

- Oxidación: Regular (75)

- Cambios de pH: Pobre (75)

- Acidos de frutas: Mala (90) (89). A valores de pH bajos, la Eritrosina se convierte de la sal de sodio al ácido libre, éste último es insoluble por lo que precipita (65) (34) (62) (63)

- Alcalis: Regular ya que azulea en presencia de estos (90) (89)

- Temperaturas: Buena hasta 105°C, y mediana hasta 205°C. Se ha de mostrado que a temperaturas mayores a 200°C la Eritrosina se de grada liberando yoduro. (10)

- Acido Benzoico: Mala, precipita (90) (89)

- Dióxido de Azufre: Buena (65)

#### + Compatibilidad con los componentes del alimento: Regular (75)

#### + Poder tintorial: Muy bueno (75)

#### + Solubilidad: (75)

- Agua: Regular (9 g/100 ml)

- Etanol al 25%: Regular (8 gr/100 ml)

- Glicerina: Buena (20 g/100 ml)
  - Propilen Glicol: Buena (20 g/100 ml)
  - Aceites vegetales: Insoluble
- + Tamaño de la partícula en polvo: A 100 mallas, se retiene el 5% del colorante como máximo y a 200 mallas, se retiene el 12% del colorante como máximo. (28)

## C A P I T U L O 4 .

## TOXICOLOGÍA Y LEGISLACIÓN

### Toxicología y Legislación:

Al hablar del uso de colorantes artificiales en alimentos, se presenta una gran polémica al respecto, ya que estos colores pueden causar efectos tóxicos en el consumidor.

De los puntos en contra del uso de colorantes se cuenta (4) que pueden afectar la salud del que los ingiere además del que trabaja con ellos. Se ha demostrado que el 63% de los colores aprobados en el Reino Unido presentan un peligro a la salud del personal que trabaja con alimentos (4) Se han detallado enfermedades sufridas por los trabajadores como es la dermatitis causada por el manejo de mezclas en polvo en el Reino Unido, además de asma y bronquitis sufrida por la larga exposición a colorantes en polvo. Algunos colorantes pueden ser cancerígenos.

También se ha discutido la necesidad de utilizar colorantes y se dice que esto se ha originado gracias al desarrollo de nuevos alimentos. Las principales razones por las que se usan colores artificiales son meramente comerciales dicen, y esto lleva a un incremento en el consumo de estos aditivos, llevando un riesgo muy grande en la salud del consumidor. (4)

Se le atribuye a los colorantes además, el causar problemas a niños menores de hiperactividad (18) en el Reino Unido. Existen quejas acerca de cuando se considera a un colorante natural ó artificial , y

79  
ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

se dice que existen definiciones un tanto ambiguas respecto a esto lo que provoca confusiones. (9) (67)

Los colores sintéticos presentan ventajas sobre los naturales: son más ricos en color por lo que se utiliza poca cantidad de ellos, además de que son más estables que los colores naturales. (4)

Todos los colorantes permitidos han sido probados y muestran ser seguros, aunque se ha expresado preocupación que ciertas personas son alérgicas a algunos de ellos, pero estas alergias no son generalizadas sino que existen más personas que presentan alergia a productos como: la leche, las fresas, los mariscos. Esto dicen los expertos a favor de los colorantes artificiales. (4)

El uso de colorantes se practica desde hace muchos años y muchos fabricantes sin escrúpulos empezaron a abusar de su uso valiéndose de ellos para vender productos no aptos para el consumo humano, además de colorear los alimentos con productos sumamente riesgosos como ejemplo: (43)

- Los pepinillos debían su color verde al sulfato de cobre lo cual ma tó a muchos consumidores.
- Los colores de los dulces se debían a sales tóxicas de cobre y plomo.
- Las hojas de te ya usadas se volvían a colorear con sustancias tóxicas y se volvían a vender como frescas.

Este tipo de prácticas llevaron a elaborar estudios acerca de las sustancias colorantes conocidas y a hacer legislaciones para evitar el uso de colorantes tóxicos. (66)

En 1900 en los Estados Unidos no existían regulaciones para las sustancias colorantes y en 1906 se elaboró un acta que listó los tintes permitidos (40). Después de un exhaustivo estudio se llegó a listar 7 colores basándose en su química y efectos toxicológicos de estos (66). Además de que se decidió seguir un sistema de certificación de los lotes de estos colorantes de acuerdo con sus especificaciones. (40)

En 1938 se elaboró otra acta en donde se crearon categorías para los tintes dando colorantes permitidos para alimentos, medicamentos y cosméticos (FD&C), colorantes sólo para usarse en medicamentos y cosméticos (D&C), y colorantes para uso externo en medicamentos y cosméticos (ext D&C) (40).

Posteriormente en 1960, se creó una nueva enmienda la cual consiste de 2 partes. En la primera, se elimina la denominación de "colorantes de alquitrán de hulla", además de que da reglas uniformes para los colorantes certificados (sintéticos) y los no certificados (naturales). Además incluye una cláusula denominada "Delaney", la cual dice que ningún colorante puede ser listado para utilizarse si se encuentra que induce cáncer cuando este es ingerido en animales o el ser humano. (40)

La segunda parte de esta enmienda, es diseñada para permitir el uso de otros colorantes mientras se completan los estudios científicos para determinar si es posible listarlo permanentemente. (40)

Actualmente existen ciertos problemas respecto a la aplicación de la cláusula "Deianey", ya que en los últimos años se han descubierto sustancias cancerígenas en muchos alimentos, por lo que si son prohibidos los productos que pueden causar cáncer, entonces se tendrían que prohibir muchos alimentos, aún cuando estos son de origen animal (66). Se busca corregir esta cláusula ya que con los descubrimientos actuales se ha llegado a la conclusión de que resulta anticuada. (41)

#### Legislación:

En México existe un reglamento de la Secretaría de Salud para el uso de aditivos en alimentos (78), y en el cual se especifica el uso de colorantes, indica qué colorantes son permitidos así como que especificaciones de calidad deben cumplir, y como deben ser presentados ante el fabricante de alimentos que los va a utilizar.

Los colorantes Rojo Ailura, Carmoisina y Eritrosina se pueden utilizar en México, siempre y cuando cumplan con las normas ya establecidas. (78) (59)

Las especificaciones que se establecen para el uso de estos colorantes son las siguientes:

Rojo Allura; De la Norma Estadounidense (80):

- Suma de materia volátil (a 135°C) y cloruros y sulfatos (calculados como sales de sodio) no mayor del 14%.
- Materia insoluble en agua, no más de 0.2%
- Colorantes subsidiarios (como sales de sodio) no mayor de 1.0%
- Sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-(2-metoxi-5-metil-4-sulfofenil) azo)-8-(2-metoxi-5-metil-4-sulfofenil)-2 naftalen sulfónico, no mayor del 1.0%.
- Sal de sodio del ácido 6-hidroxi-2-naftalensulfónico ( Sal de -- Schaeffer), no más del 0.3%
- Acido 4-amino-5-metoxi-o-toluensulfónico no más del 0.2%
- Sal disódica del ácido 6,6'-oxibis(2-naftalensulfónico) no mayor de 1.0%.
- Plomo no más de 10 partes por millón (ppm) expresado como Pb
- Arsénico, no más de 3 partes por millón, expresado como As
- Total de cantidad de color, no más de 85%

Carmoisina; De la Norma Mexicana (45):

- Suma de materia volátil a 135°C, 10% como máximo
- Cloruros y sulfatos de sodio máximo 5%
- Materia insoluble en agua, máximo 1%
- Colorantes subsidiarios, máximo 4%
- Cantidad de Plomo, 10 partes por millón como máximo, expresado como Pb
- Cantidad de Arsénico, 1.4 partes por millón como máximo, expresadas como  $As_2O_3$ .

- Concentración de color (en base seca) 85% como mínimo
- Extractos etéreos, 0.5% máximo
- Oxidos mixtos, 1.0% como máximo.
- Metales pesados (como Pb) trazas.

Eritrosina; De la Norma Estadounidense (80) (16) (78):

- Materia volátil (a 135°C) y cloruros y sulfatos (calculados como sus sales de sodio) no más de 13% en total
- Material insoluble en agua no más de 0.2%
- Intermediarios no halogenados, no más de 0.1% en total
- Yoduro de sodio no más de 0.4%
- Triyodo resorcinol, no más de 0.2%
- Acido 2(2',4'-Dihidroxi 3,5-diyodobenzoi)benzóico, no más de 0.2%
- Monoyodo fluoresceínas no más del 1.0%
- Otras fluoresceínas levemente yodadas, no más de 9.0%
- Plomo (como Pb), no más de 10 partes por millón
- Arsénico (como As), no más de 3 partes por millón.
- Concentración total del colorante no menor de 87%
- Extracto etéreo, no más de 0.1%
- Carbonato de Sodio, no más del 0.5%
- Oxidos mezclados, no más de 1%
- Yodo orgánico combinado en el colorante puro libre de agua de cris-  
talización: no menos del 56.8% ni más del 58.5%

Además de este tipo de especificaciones químicas, en México exis-  
ten normas de como debe marcarse el colorante, así como debe de enva-  
sarse, muestrearse y dar un criterio de aceptación: (45)

#### MARCADO:

Cada envase debe llevar una etiqueta previamente autorizada por la Secretaría de Salud, la cual incluye los siguientes datos redactados en español en forma destacada y en forma perfectamente legibles. Marca registrada o símbolo del fabricante, nombre del producto y concentración colorante puro, peso neto en gramos o kilogramos, nombre o razón social del fabricante, número de registro del producto ante la Secretaría de Salud, número de lote, la leyenda "HECHO EN MEXICO" y cualquier otra indicación que prevenga el uso impropio del producto cuando se considere necesario.

Para fines de comercialización internacional, además de los datos anotados anteriormente, se pueden identificar previa autorización de la Secretaría de Salud y con el nombre y número correspondiente al Código Internacional para "Colour Index" incluyendo el año del mismo.

#### ENVASADO:

El colorante debe ser envasado en recipientes de material inerte, perfectamente cerrados y que aseguren la conservación del producto y no alteren su calidad durante su transporte y almacenamiento.

#### MUESTREO:

El muestreo se puede efectuar de común acuerdo entre comprador y vendedor; a falta de éste, se recomienda seguir el siguiente Método de Muestreo de Aceptación para comprobar la calidad de este producto, el

cual se debe efectuar en el lugar fijado por ambas partes y de acuerdo con las prescripciones indicadas en la Norma Oficial Mexicana DGN R18 "Procedimientos y Tablas para la Inspección por Atributos" para determinar la calidad de lotes del producto objeto de esta norma; considerando para ello los siguientes parámetros. Nivel aceptable de calidad NAC = 1.00% para todas las especificaciones, utilizando el nivel de inspección normal con muestra única.

#### CRITERIO DE ACEPTACION:

Se acepta el lote si el número de defectuosos es igual o menor al número de aceptación y se rechaza si el número de defectuosos es igual ó mayor al número de rechazo.

Para evitar confusiones, se recomienda incluir el número de Colour Index correspondiente al colorante registrado, incluyendo el año del mismo.

En los Estados Unidos, país que sirve de guía para establecer normas y especificaciones para otros países, se tiene permitido el uso del colorante Rojo Allura así como de su laca (80) (8), la Carmoisina no se encuentra permitida, pero se hacen evaluaciones de este colorante para poder utilizarlo como un posible sustituto del amaranto, el cual se encuentra prohibido (44). El uso de la Eritrosina ha causado polémica en los Estados Unidos y actualmente se reevalúa su toxicidad, mientras tanto, su uso así como el de su laca se encuentran provisionalmente listados (80) (8).

La Food and Drug Administration considera a las lacas equivalentes en su toxicidad a sus tintes correspondientes aunque la laca - del Rojo Allura es la única permitida y las lacas de los otros colorantes se encuentran provisionalmente listadas. (43)

Así mismo en los Estados Unidos se lleva un sistema en el que cada lote de colorante es analizado por la Food and Drug - Administration para ver si cumple con las especificaciones. El fabricante de colorante manda una muestra de un lote producido el cual requiere de análisis para su certificación a los laboratorios de la Food and Drug Administration en Washington D.C., junto con la cuota de certificación. Una vez que los análisis se han completado y los resultados son satisfactorios, un número es asignado por la Food and Drug Administration para ese lote de color y se manda un certificado el cual comprueba que los resultados de ese colorante son satisfactorios, este certificado es enviado al fabricante de colorantes . (91) (81) (58)

#### Dosis Permitidas:

El Comité de Expertos en Aditivos alimentarios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y de la Organización mundial de la Salud (JEFCA, por sus siglas en inglés) , tiene una clasificación de colorantes para alimentos indicando la dosis diaria aceptable (ADI por sus siglas en inglés) y esta clasificación es: (85) (82)

Lista A(1): Colorantes para alimentos que han sido completamente evaluados y que tienen una dosis diaria aceptable:

- Son generalmente los colorantes de origen natural.

Lista A(2): Colorantes para alimentos cuya evaluación es incompleta pero que han sido aceptados para utilizarse en alimentos:

COLORANTE	ADI mg/kg
Carmoisina	0-2.5
Eritrosina	0-2.5

Lista B: Colorantes para alimentos cuya evaluación está pendiente o la ADI no se puede establecer en ausencia de datos específicos. Esto no implica que estos colorantes no sean seguros para utilizarse en alimentos, pero una clasificación final no ha sido hecha:

COLORANTE	ADI mg/kg
Rojo Allura	- - -

Un estudio extenso conducido por la Academia Nacional de Ciencias en los Estados Unidos, estimó el promedio de consumo diario de aditivos alimentarios en el que se incluyen colorantes artificiales. Se entrevistaron a más de 12 000 personas y se llegó al dato que el promedio de consumo diario de colorantes para alimentos por los estadounidenses era de 1.3 mg a 100 mg. Sin embargo, la Food and Drug Administration consideró que el promedio de consumo diario es aproximadamente un quinto de lo que se reporta en este estudio. (43)

Los colorantes sintéticos para alimentos son tan brillantes y fuertes en sus coloraciones que los niveles a los que se utilizan son extremadamente bajos. Los niveles utilizados varían con los efectos deseados, pero como una indicación, un nivel típico en lo que se refiere a caramelos es de 100 partes por millón, en bebidas no alcohólicas es de 50 partes por millón, y en mezclas para preparar postres es de 150 partes por millón. El nivel estimado por año de colorantes para alimentos excluyendo el caramelo es de aproximadamente 4-5 gramos. (65)

Los colorantes deben usarse en cantidades adecuadas para la buena manufactura del producto (en cantidades que no excedan lo requerido para causar el efecto deseado). Las cantidades de colores artificiales usadas en alimentos han sido estimadas dentro de un rango de 5 a 600 mg/kg. El sobre uso de colorantes raramente es un problema ya que el sobrepasarse en las cantidades daría como resultado un costo mayor del alimento, así como un producto que no luce natural. (43)

#### Pruebas Toxicológicas:

En los Estados Unidos y en Europa es donde más se hacen pruebas toxicológicas, y el resto del mundo se puede basar en estos resultados para ampliar o cambiar sus especificaciones de acuerdo a los colorantes permitidos en alimentos. (58)

Existen cuatro formas para estimar la toxicidad potencial para los humanos de ciertas sustancias:

- 1. Epidemiología: Esto envuelve una comparación del nivel de salud de las personas que han sido expuestas a una sustancia en cuestión. - Cuando los resultados de un estudio epidemiológico son definitivos, - entonces dan la estimación más significativa para determinar el riesgo humano ante una sustancia, como son los colorantes. Sin embargo, esta técnica se aplica sólo cuando es factible, pues no se pueden hacer este tipo de estudios en humanos como en animales. (66) (42)
- 2. Análisis de la estructura molecular: Aquí lo que se hace es una coorelación entre la estructura molecular del colorante y los efectos tóxicos que puede causar dicha estructura a animales y el hombre. (66)
- 3. Pruebas a corto plazo: Estas pruebas se usan para determinar mutaciones potenciales o posible carcinogenicidad en una sustancia, como lo es un colorante. Existe una evidencia de que un paso en la carcinogenicidad es el daño o la mutación del ADN (Acido Desoxirribonucléico). Ahora es factible determinar una alteración química del ADN en colonias de bacterias por medio de pruebas a corto plazo. El problema con estas pruebas a corto plazo es que producen un porcentaje - significativo de pruebas positivas falsas y de pruebas negativas falsas. (66)
- 4. Pruebas en animales: Estos estudios son los que más se usan para detectar sustancias tóxicas en humanos y son la base para determinar

si existe carcinogenicidad por parte de un producto. Sin embargo hay ciertas dudas para usar los datos obtenidos para predecir carcinogenicidad en los humanos como son:

- a) Los mecanismos exactos que hacen que una sustancia cause cáncer - son desconocidos.
- b) Las dosis muy altas de las sustancias que se someten a prueba son usadas para aumentar la sensibilidad y aumentar el significado estadístico. Estos niveles tan altos frecuentemente causan trastornos del metabolismo los cuales llevan a que se desarrolle el cáncer, y estos niveles nunca van a ser tan altos en un producto al que se le mencione que llegue al consumo humano.
- c) La extrapolación de lo que se encuentre en los animales a los humanos no es algo muy confiable, ya que existen diferencias en las maneras de metabolizar sustancias de un animal a un hombre.
- d) Algunas razas de animales son muy sensibles a los cancerígenos y las observaciones obtenidas son altamente cuestionables. (66)

Como una sugerencia la Food and Drug Administration indica que las pruebas que se le deben hacer a los colorantes son: (43)

1. Un estudio subcrónico de alimentación de 90 días de duración en especies no roedoras, usualmente perros. Este estudio se hace para evaluar los efectos tóxicos que pudieran presentar los colorantes, y consiste en incluir en la dieta de los perros el colorante a estudiar y observar signos externos de toxicidad, conjuntamente se hacen análisis de

orina y sangre así como análisis oftalmológicos. Una vez que se han matado a los perros, se les hace una autopsia analizando los diferentes órganos y viendo si existe una toxicidad del colorante. (12)

2. Estudios de toxicidad en ratas: Consiste de alimentar a ratas hembra con la dieta que contiene el colorante a estudiar, se le dá al primer animal una cantidad estimada del colorante y si el animal sobrevive a esto, al siguiente animal se le dará una dosis mayor, - si el primer animal muere, entonces la dosis será menor. De ser posible, la dosis se ajustará. La dosificación se repetirá como se ha descrito, hasta que cuatro animales hayan sido dosificados y se hará un cálculo en la LD50 (La estimación de la dosis de una sustancia la cual se espera que cause un 50% de mortalidad a la población bajo la prueba que se está realizando). (77)

3. Estudios crónicos de alimentación en al menos dos especies animales; por ejemplo ratas y ratones (una con exposición in-útero) las cuales duren por lo menos 24 a 30 meses: Este estudio consiste en - dar una dieta que contenga el colorante a estudiar y hacer análisis periódicos de orina y sangre, y una vez completado el ciclo de 24 a 30 meses, hacer una amplia autopsia a los animales observando los diferentes tejidos, órganos y viendo si hay indicio de toxicidad alguna. En la fase in-útero se dá la dieta con el colorante un tiempo - antes de aparear a los ratones y a los ratones recién nacidos, se - les dá la misma cantidad de la dieta con el colorante por aproximada

mente 30 meses y posteriormente matar a los animales y ver los cambios en su organismo debidos al colorante. Durante la vida de los ratones se ven cambios externos que se pudieran presentar. (13)

4. Un estudio de reproducción de multigeneraciones utilizando ratones: Este estudio consiste de dar a los ratones machos y hembras una dieta con un nivel de colorante antes de aparearlos y seguir dando es ta dieta a las hembras durante el apareamiento, una vez que las hembras se encuentren preñadas, se les va a dar una dosis de esta dieta, durante el tiempo de gestación y lactancia. A la primera generación de ratas se les mata y se les hacen los análisis correspondientes. A la siguiente generación se le continúa dando la dieta y se les hacen pruebas oftalmológicas, así como de sangre y orina y después de un tiempo, se aparean las ratas de esta generación dándoles a las hembras la misma dosis de la dieta durante el tiempo de apareamiento, gestación y lactancia, cuando la siguiente generación cumple los 21 días de edad, todos los ratones son sacrificados y se les hace una autopsia exhaustiva. (11)

5. Un estudio de mutagenicidad: Estos estudios se pueden hacer de di ferentes formas como es analizando los tejidos de los animales que han consumido una cantidad de colorante (57) (76) (23). O se puede hacer añadiendo una cantidad determinada de colorante a una colonia de bacte rias y ver las mutaciones que ocurren en estas células. (20) (57)

#### Toxicología del Rojo Allura:

Este colorante fué desarrollado en la mitad de los años 60. Canadá inicialmente rehusó permitir el uso de este color en 1974 después de que los científicos de la "Health and Protection Branch (HPB)" concluyeron que los datos para demostrar su seguridad fueron inadecuados. Sin embargo, este colorante fué aprobado para utilizarse en alimentos en los Estados Unidos en ese mismo año. La prueba mayor de este colorante fué terminada después de 21 meses, en vez de 24 que se requería, cuando una neumonía acabó con la colonia de ratas. La Food and Drug Administration aceptó estos resultados. Se han hecho estudios adicionales desde 1974 y han sido favorables (43). Entre estos estudios se cuenta una prueba de mutación en la que se indica que este colorante no causa mutaciones (20). Como ya se ha dicho anteriormente, este colorante es permitido en México. (59)

#### Toxicología de la Carmoisina:

Este colorante es ampliamente usado en Sudamérica y Europa así como en México (45), y se han hecho peticiones para que sea aprobado en los Estados Unidos y la Food and Drug Administration ha pedido que se lleven a cabo pruebas de alimentación subcrónicas de especies no roedoras antes de que la petición continúe. (43)

Se ha hecho un estudio de la absorción, distribución y excreción de la Carmoisina con carbono 14 ( $C^{14}$ ) en ratas, viendo en cuanto tiempo se recupera y así ver la absorción que hay de este colorante. Se llegó a la conclusión de que la carmoisina es pobremente absorbida en ratas machos y no aparece acumulación alguna en los tejidos analizados. (27)

La carmoisina presenta reacciones adversas ante individuos que son sensibles a la aspirina y también a personas asmáticas, también puede -causar urticaria y provocar hiperactividad en niños pequeños. (84)

#### Toxicología de la Eritrosina:

La Eritrosina fué aprobada para utilizarse en los Estados Unidos - en 1907. Ya que su uso es muy amplio en alimentos, medicamentos y cos méticos, se han hecho numerosos estudios crónicos y subcrónicos en ra tas, ratones, hamsters, perros y crías de cerdos. Con la excepción de un estudio, no se ha visto que exista algún efecto de carcinogenicidad o genotóxico. El estudio que presentó efectos tóxicos, es una exposi ción in-útero en ratas a una dosis de más de 4.0 por ciento. Se obser varon tumores en la tiroides en ratas machos que reciben la dosis ma-  
yor de colorante (4.0 % ó 2464 mg/kg/dfa), y esto provocó que se lleva ra a la lista provisional de colorantes en los Estados Unidos. (8)

No se observaron efectos adversos a dosis menores de 0.1%, 0.5% y 1.0%. Los estudios subcrónicos indicaron que la Eritrosina inhibía - la conversión de la tiroxina a triyodotironina, dando como resultado - un aumento en la secreción de tirotropina por la glándula pituitaria . Esto dá como resultado un incremento en la estimulación de la tiroides y provocando una formación de tumores. Así la carcinogenicidad no es un resultado de una acción directa del colorante. Un nivel en ratas en el que no hay fomración de tumores es de 0.5% (302 mg/kg/dfa). (43)

Se han hecho estudios a nivel celular y no se ha encontrado efecto carcinogénico alguno. (6)

Otro problema que puede surgir por consumir Eritrosina en altas cantidades es el hipertiroidismo debido a la estimulación de la hormona tiroidea. (84)

La Eritrosina tiene aproximadamente 57% de yodo en su molécula, y cuando existe una cantidad considerable de yoduro libre, pueden aparecer efectos adversos, este yoduro libre, se puede obtener por la degradación de la Eritrosina a altas temperaturas. (10)

Otra preocupación que puede causar la Eritrosina y la Carmoisina son los problemas de comportamiento (neurotoxicidad). Por estudios hechos se cree que los colorantes de alguna manera interfieren con los transmisores neuroquímicos, especialmente durante el desarrollo cerebral en la temprana infancia (18) (43). Esto sólo afecta a un nivel muy bajo de la población, y en contraste, existe un número mayor de personas que presentan alergias a alimentos como la leche, el chocolate, el trigo y ciertas frutas como son las fresas (65) (73).

Poco se puede predecir acerca del futuro de los colorantes artificiales en el campo de los alimentos, pero se hacen estudios para ver que tanto futuro puedan tener. (25)

**C A P I T U L O 5 .****APLICACIÓN EN ALIMENTOS**

### Aplicación en Alimentos:

Existen varias razones por las que se agregan colorantes a los alimentos (86) (4) (16):

- 1.- Porque el alimento carece de color
- 2.- Porque ha habido una pérdida o baja drástica en el color como resultado del proceso y/o almacenamiento del producto en el proceso de los alimentos, particularmente si se encuentran temperaturas muy altas, se puede destruir o modificar el color natural del alimento haciendo necesaria una restauración del color original por medio de la adición de colorantes. (65)
- 3.- Porque el color del alimento varía de acuerdo a la estación del año o al origen geográfico del producto es decir, las naranjas pueden presentar diferentes coloraciones dependiendo del lugar donde han sido cultivadas, y también dependiendo de la estación del año.
- 4.- También se añaden colorantes a los alimentos para proporcionar uniformidad de color al producto
- 5.- Porque pueden existir reacciones químicas en el producto que alteren o disminuyan el color original del alimento.
- 6.- Para proporcionar las características organolépticas deseables, ya que en muchos casos el color se asocia con el sabor.

Una ventaja para el fabricante de alimentos al añadir colorantes sintéticos es para minimizar las variaciones que se presentan de un lote a otro del producto y por consiguiente para mantener un producto homogéneo y estándar. (65)

Los colorantes para alimentos son únicos en sus aplicaciones, ya que se usan en micro cantidades en los alimentos terminados. Sólo ingredientes como los saborizantes y las vitaminas se acercan a los niveles tan bajos de aplicación como los de los colorantes. Por ejemplo, la mayoría de los alimentos coloreados artificialmente contienen aproximadamente 150 partes por millón de color por peso del alimento. (82)

Cabe señalar que no se pueden dar cantidades precisas de colorantes y en algunos casos no es posible especificar que colorantes se emplean en las diferentes aplicaciones que estos tienen, ya que esto depende principalmente del fabricante, cada uno de ellos requiere tonalidades diferentes por lo que utilizará diferentes tipos de colorantes concentraciones de ellos, por lo que resulta imposible dar cantidades y especificar que colorantes se usan, además de que en la mayoría de los casos este es un secreto industrial.(79) (65)

Entre las aplicaciones más comunes de colorantes artificiales en alimentos se cuentan: (75) (83) (91)

1. Bebidas :

- a) Bebidas embotelladas y concentrados para bebidas
- b) Bebidas en polvo

2. Mezclas secas:

- a) Mezclas para pasteles
- b) Mezclas para pudines
- c) Azúcar coloreado
- d) Postres de gelatinas

3. Productos de Repostería
  - a) Pasteles, Galletas y Cereales
  - b) Rellenos y Cubiertas
4. Confitería:
  - a) Gomas
  - b) Centros cremosos de dulce
  - c) Cubiertas para dulces
  - d) Caramelos
5. Memeladas y Jaleas
6. Productos derivados de la leche:
  - a) Helados y Nieves
  - b) Quesos y Cubiertas grasas para quesos
  - c) Yogures
  - d) Margarinas
7. Productos Cárnicos
8. Frutas, Vegetales y Sopas enlatadas
9. Botanas
10. Salsas
11. Alimentos para animales

1. Bebidas:

a) Bebidas embotelladas y concentrados para bebidas:

Las bebidas requieren colores que tengan buena estabilidad en medios ácidos y en conservadores así como en saborizantes. Los ácidos de las frutas incluyendo el cítrico y el málico son los acidulantes más comunes. Los conservadores más usados son el ácido benzoico o en presencia

de jugo de fruta, el dióxido de azufre (91). La Eritrosina presenta inestabilidad en valores de pH bajos (28). por lo que en estos casos se prefiere usar otro colorante como el Rojo Allura o Carmoisina.

También se añade ácido ascórbico a las bebidas carbonatadas y esto es un problema, ya que este ácido causa un desvanecimiento del colorante. Hay que tener en cuenta que la Carmoisina no es estable en presencia de este ácido (26). El ácido ascórbico se añade como:

1. Una fuente de vitaminas
2. Un limpiador de oxígeno

Si se añade la dosis recomendada diaria de ácido ascórbico a las bebidas: (75)

1. Se debe embotellar el producto inmediatamente
2. La exposición a la luz debe ser mínima
3. Sólo se puede esperar una vida de anaquel corta.

En el caso de que actúe como protector del sabor en cuyo caso protege limpiando el oxígeno (83), existen 2 opciones: (75)

- a) Reducir la cantidad de aire de manera que no más de 10 mg de ácido ascórbico se requieran.
- b) Sustituir por glucosa oxidasa catalasa como el agente limpiador de oxígeno.

En la práctica actual, los colores de bebidas embotelladas, y de concentrados generalmente se pierden al mismo tiempo en que el sabor se degrada. Es por esto que los colorantes certificados frecuentemente se usan como indicadores de productos viejos. (75)

Si las bebidas carbonatadas son empacadas en latas, en vez de botellas, no hay problema de desvanecimiento del color. Sin embargo, existe la posibilidad de que la lata sufra de corrosión. Los colorantes certificados no son corrosivos, pero actúan como despolarizadores, los cuales permiten a otros ingredientes, como son el dióxido de carbono a atacar el metal. Si la corrosión es un problema, se puede reducir la cantidad de colorantes del tipo azo como son el Rojo Allura y la Carmoisina a una concentración de 50 ppm o menos. (83) (91) (65)

Cuando se elaboran bebidas, ya sean embotelladas ó concentrados para hacer bebidas, se utilizan colorantes en forma de polvo, - gránulos ó líquidos.

De los colorantes estudiados aquí, se usan la Carmoisina y el Rojo Allura en la elaboración de bebidas con colores de Naranja (60) uva (38), fresa y frambuesa (91). En estos últimos se utiliza Carmoisina (91) (83)

Bebida	Colorante	concentración
Fresa	Allura	40 ppm (83)
	Carmoisina + otro	50 ppm

Bebida	Colorante	Concentración
Frambuesa	Carmoisina + otro	60 ppm
Frambuesa	Rojo Allura	45 ppm
Cereza	Rojo Allura	80 ppm
Naranja	Rojo Allura	

En las bebidas de uva se utilizan Eritrosina y Rojo Allura (38), la Eritrosina, se usa siempre y cuando el pH no sea mayor a 5.

Quando el color se disuelve con el sabor en un compuesto, pueden existir problemas de solubilidad, aún cuando hay suficiente agua en el compuesto para mantener el color en solución bajo circunstancias ordi narias, la presencia de solventes como el alcohol y el propilen glicol pueden reducir la solubilidad de algunos colorantes. Se requiere una - gran proporción de dichos solventes para mantener los saborizantes en solución y esto puede ocasionar que se vuelva imposible disolver la - cantidad requerida de colorante. (21)

Si se presentan problemas de solubilidad, existen cinco alterna tivas que se pueden aplicar: (75)

1. Sustituir la glicerina por propilen glicol o alcohol como un solven te para saborizantes.
2. Cambiar la mezcla de color a una que contenga colorantes primarios con mayor solubilidad.

3. Reducir la fuerza del saborizante

4. Empacar el color como una unidad separada a disolver y añadirla al jarabe.

5. Utilizar unos tonos más oscuros de colorante para que así se utilice menos colorante. (75)

Se han hecho estudios en los cuales se ha demostrado que la asociación de ciertos colores puede influenciarnos a aceptar un producto. Si esto se usa adecuadamente se puede facilitar la formulación de alimentos los cuales serían más aceptables y placenteros y también se podrían conseguir metas nutricionales. Más específicamente, sería posible utilizar las influencias psicofísicas del color para reducir o reemplazar otros aditivos alimentarios. Esto apenas se estudió, pero en un futuro puede ayudar mucho a dar un balance óptimo entre la apariencia y el sabor de un alimento y podría dar información muy valiosa en la formulación de un producto. (31)

b) Bebidas en polvo:

Para los polvos para bebidas donde no se requiere un color muy pronunciado en la mezcla el procedimiento usual, es mezclar color seco muy fino con los otros ingredientes. El mezclado es esencial para que el producto seco aparezca uniforme. Se utiliza la forma de polvos y los polvos finos también se usan. Si se desea un color más intenso, la forma líquida del colorante debe ser usada y debe rociarse. Las mezclas de lacas y tintes también son útiles (75). Se usan homogeneizadas para proporcionar una coloración uniforme. (79)

Al seleccionar la forma del colorante a usar y el tono, es importante recordar que como una bebida en polvo usualmente permanece almacenada, esta se vuelve más oscura debido a la absorción de humedad. Anticipandonos a este efecto, el color desarrollado debido al almacenamiento debe ser apropiado para el sabor de la bebida. No todas las fórmulas de un tono particular son igualmente satisfactorias en este aspecto. (75)

## 2. Mezclas Secas:

Las mezclas secas que se destinan a que el consumidor las prepare deben ser coloreadas con sumo cuidado, ya que deben ser agradables al consumidor antes y después de prepararlas. (21)

Las mezclas secas se hacen sin agua o sólo si se va a utilizar agua durante su proceso, y esta se elimina antes de que el producto se empaque (75). Los colores para estas mezclas deben impartir su máximo de color en el caso de que sea una mezcla de colores, al ser disuelta, no deben mostrarse los componentes individuales de esta mezcla. Para obtener el máximo de color en una mezcla seca, se puede añadir el color disuelto en solución. Esta operación sin embargo, necesita de alguna operación que remueva la humedad, las mezclas secas no pueden tolerar adiciones de humedad. Hay un número de colorantes que se encuentran en forma de colores homogeneizados los cuales dan muy buenos resultados al momento de que el consumidor prepara el alimento en su casa, ya que no hay separación de los diferentes componentes -

del color o de la mezcla de estos, dando como resultado una coloración uniforme en el producto final (79). Se requiere que exista una amplia gama de colores y que estos sean estables al calor ya que tienen que so meterse a un proceso térmico generalmente cuando el consumidor los pre para (91). Nuevamente nos encontramos con el problema que presenta la Eritrosina, ya que a altas temperaturas existe una degradación de es ta (10). La cantidad que usualmente se les va a agregar de colorantes a estas mezclas secas es aproximadamente de 100 partes por millón.(65)

Las mezclas secas típicas son:

- a) Mezclas para pasteles
- b) Polvos para pudines
- c) Azúcar coloreado
- d) Postres de gelatina

a) Mezclas para pasteles: (75)

Existen cuatro métodos básicos para colorear mezclas para pasteles.

+ Añadir el colorante seco a la mezcla total

+ Rociar una solución de color a la mezcla total

+ Rociar una solución de color en azúcar ó almidón la cual se mezcla después con los otros ingredientes

+ Utilizar lacas

Cuando se añade color seco a la mezcla, este debe estar de una forma muy fina, para que las partículas se disuelvan rápido y así no aparezcan manchas en la pasta, también se recomienda el uso de mezclas de colo

res Homogeneizadas. Esta técnica, trabaja bien, excepto que la mezcla seca no está coloreada. Si se desea hacer la mezcla seca más atractiva, se puede emplear cualquiera de los otros métodos.

Cuando se rocía una solución de color en mezcla total, dará coloración efectiva a la mezcla seca y también dará un producto final - atractivo. Para este método, la forma líquida del colorante es la recomendada. No habrá manchas o escurrimientos en el producto, pero se requiere que el agua sea removida antes de que el producto sea empacado.

Una alternativa, es usar la forma líquida y rociar una solución de color en una premezcla de azúcar. Con un buen mezclado, habrá una buena distribución del color y el producto final será excelente. La ventaja de esta técnica es que se requiere solamente poca agua, así que un secado por aire es el único paso adicional requerido.

Hay muchas variaciones de estos cuatro métodos en coloración de mezclas para pasteles, pero todas ellas sufren de las mismas desventajas, todas incluyen el uso de tintes. Las lacas se recomiendan ya que aparte de dar excelentes resultados de apariencia, son más fáciles de incorporar en la masa debido a sus características de dispersión. (75)

b) Mezclas para pudines:

El problema de que en el producto ya terminado exista una separación de los colores puede ser eliminado por medio del uso de mezclas -

homogeneizadas. Estas se preparan disolviendo los colores hasta formar una solución y posteriormente secando esta solución. De esta manera - una mezcla de un colorante rojo y uno azul, se disolverá como un producto púrpura, en vez de mostrar manchas azules y rojas. Este tipo de mezclas se usan mucho en pudines. No hay razón de usar este tipo de colorantes en el caso de que se puedan aplicar soluciones simples. (83)

La Carmoisina y el Rojo Allura se utilizan mucho en este tipo de mezclas. La Eritrosina se usa en este grupo de mezclas, aunque en menor escala debido a sus problemas de estabilidad. (91)

c) Azúcar coloreado:

El azúcar se usa principalmente como un vehículo para colorear, - por lo tanto no es necesario poner el colorante en otro vehículo (21) . La forma líquida es la forma del colorante más apropiada para este fin. Para algunas aplicaciones se prefieren mezclas de tintes y lacas .

Cuando el azúcar es coloreado, una solución del color es rociada en el azúcar que posteriormente se va a mezclar. Posteriormente se mezcla muy bien para que el colorante se distribuya uniformemente. Si la solución es concentrada (aproximadamente ocho onzas de color por galón ) sólo se requiere un volumen pequeño por lo que no se añadirá mucha - agua. El azúcar debe ser, posteriormente secado por aire a temperatura ambiente y en una corriente leve de aire tibio. Aunque existe la tendencia del azúcar a juntarse en masas, este se puede romper fácilmente y fluir libremente otra vez. (75)

#### d) Postres de gelatina: (75)

Los postres de gelatinas poseen una masa semitransparente que intensifica el efecto del color. Como resultado de esto, no se requiere mucho color para obtener productos muy buenos. El sobreuso de colorantes produce una apariencia indeseable y artificial, en vez del tono delicado que sugiere el sabor del producto.

No es posible juzgar de una solución acuosa, el resultado que da rá determinado color en una gelatina, por lo que se requieren hacer lotes de productos terminados para observar los colores obtenidos.

Si se usan colores secos, se requieren presentaciones muy finas de colorantes que no vayan a producir escurrimientos. Un procedimiento muy usado, es añadir el color seco al azúcar en una premezcla, esta, se revuelve con los demás ingredientes y se obtienen excelentes resultados. (75) (21)

### 3. Productos de Repostería:

#### a) Pasteles, Galletas y Cereales:

La apariencia de pasteles y panecillos dulces, se puede mejorar con un juicioso uso del color (75). Los pasteles, galletas y cereales requieren que los colorantes que se van a aplicar en ellos puedan soportar altas temperaturas como 250°C, durante tiempos más o menos prolongados, así como estabilidad a agentes como dióxido de carbono y en

algunos casos, a polvos para hornear alcalinos los 3 colorantes estudiados presentan una estabilidad regular ante estos polvos, por lo que su aplicación resulta limitada cuando se usan polvos alcalinos - (91) (65). Para este tipo de aplicaciones se requiere usar la forma líquida de los colorantes. (75)

Cuando un volumen medido de colorante líquido, se añade a cada lote de masa, es mejor mantener las soluciones coloridas diluidas. Cuatro onzas de color por galón es suficiente para la mayoría de los productos de repostería, y para tonos más delicados se recomienda usar soluciones de dos onzas por galón. Con estas soluciones, se recomienda tener cuidado en dar el tiempo suficiente para uniformizar la mezcla en cada lote.

Dentro de lo que son cereales para el desayuno, la Eritrosina se utilizaba frecuentemente, se han hecho estudios acerca de esto, ya que la Eritrosina tiene aproximadamente un 57% en peso de yodo, el yoduro de sodio es un contaminante normal de la Eritrosina, el exceso de yoduro en la dieta, puede causar problemas de salud, por lo que se ha cuestionado la aportación de la Eritrosina a este problema, se hicieron estudios acerca de si la Eritrosina se degrada a altas temperaturas liberando yoduro y efectivamente, se vio que liberaba, esto a temperaturas entre 200 y 210°C por lo que es peligroso usar este colorante cuando se van a aplicar altas temperaturas, muchas compañías fabricantes de cereales, han descontinuado su uso. (10)

#### b) Rellenos y Cubiertas:

Los rellenos de galletas y las cubiertas de los pasteles, representan un problema debido a la presencia de la mantequilla que se usa en su elaboración. Los rellenos de las galletas también se pueden colorear con la adición gradual de colorante líquido preparado con propileno glicol (21). Las dispersiones de colorantes, también conocidas como concentrados o suspensiones, son composiciones hechas de tintes, pigmentos y otros agentes colorantes permitidos, dispersos en propileno glicol y glicerina, jarabe de azúcar, aceites o grasas u otros - vehículos. (1)

Es importante mezclar el color muy bien con el relleno. También cuando se prepara una solución líquida, es bueno remover el sedimento que causa manchas en el producto final. (75)

El contenido de grasas en las cubiertas para pasteles varía considerablemente. Por lo que no hay un procedimiento de coloración que dé resultados satisfactorios en todos los casos. Ya que los colorantes permitidos para utilizarse en alimentos, medicamentos y cosméticos, son solubles en agua, se debe buscar un método en el que se puede mezclar la grasa y el colorante (75). La industria de repostería, emplea comúnmente dispersiones con base grasa para colorear rellenos y cubiertas de pasteles y galletas (1). Esto se puede hacer utilizando uno de los siguientes materiales:

1. Solución de glicerina
2. Solución de propileno glicol

3. Una solución de propilen glicol y glicerina
4. Alguno de los anteriores más lecitina
5. Pigmentos

Es conveniente tratar la primera opción, como lo es colorear con glicerina o propilen glicol. Se debe añadir el colorante líquido prmero lentamente y después agitar vigorosamente. Posteriormente se observarán los resultados.

En general, la glicerina se prefiere en vez del propilen glicol como solvente, ya que la mayoría de los colorantes certificados tienen una mayor solubilidad en la glicerina, por lo que se preparan más soluciones con glicerina. La única desventaja de la glicerina es su alto precio. Sin embargo, cuando se piensa en los problemas que presentan las aplicaciones de colorantes, el costo no es de mucha consideración, ya que el color en un producto, representa una fracción muy pequeña - del costo total (75).

Existen dos consideraciones que se deben tomar en cuenta al decidir la concentración de la solución de colorante:

1. Si la adición del líquido al material es mínima, se recomienda una solución concentrada, la cual, para la mayoría de los colorantes requiere como solvente a la glicerina.

2. El tono en el producto final, varía como resultado de la concentración, esto es, cantidades equivalentes de color no necesariamen

te van a producir tonos equivalentes en el producto final cuando se introducen diferentes volúmenes de solventes.

La segunda consideración es particularmente importante, cuando se adopta por una concentración mayor en una solución. En esta situación, es imperativo el preparar ejemplos en el laboratorio, para que se determine el volumen correcto de la nueva solución de colorante. (75)

En casos extremos, donde el contenido de grasa de una cubierta es tan alto y en el que aún la glicerina no da resultados satisfactorios, las manchas y el mal coloreado, puede ser corregido añadiendo una pequeña cantidad de lecitina. Las mezclas de lecitina y propilenglicol, en algunos casos dan buenos resultados. (75)

Otra forma del colorante que se puede utilizar son las pastas, y cuando se requieren tonos oscuros, las lacas son apropiadas. Como regla general, las lacas no se utilizan para tonos claros debido a - que se pueden ver pequeñas partículas de ellas dando un efecto indeseable. (75)

De los colorantes estudiados, el Rojo Allura y la Carmoisina - tienen limitaciones, pues tienen baja solubilidad en propilenglicol y glicerina, en cambio, se puede utilizar Eritrosina por su buena solubilidad en estos productos. Una aplicación apropiada en productos de repostería es de 10-500 ppm; teniendo un promedio de 50 ppm.

#### 4. Confitería:

Los productos de confitería requieren el rango más amplio de tonalidades de los colorantes. Además, requieren una buena estabilidad a temperaturas de cocimiento (150°C), así como estabilidad a saborizantes y a las concentraciones usuales de dióxido de azufre presentes en el azúcar de caña, y en jarabes de glucosa. Los mejores resultados se obtienen al añadir el color lo más tarde posible en el proceso usualmente al mismo tiempo que el sabor. Además, el colorante debe tener una buena solubilidad en los jarabes de azúcar. La cantidad a aplicar varía dependiendo de que tan oscuro o que tan claro se requiera el producto. Esto se puede obtener con 50 a 100 ppm para los dulces claros y 100 a 300 ppm para los más oscuros. Un uso excesivo de colorantes, dará como resultado colores no deseados y poco atractivos (91).

Los confites que son usualmente coloreados son: (75)

- a) Gomas
- b) Centros cremosos
- c) Cubiertas para dulces
- d) Caramelos

Cabe señalar que en este tipo de aplicaciones se recomienda poner el colorante en las etapas últimas del proceso para que así el color sea más estable.

a) Gomas:

Las gomas de dulce se hacen principalmente de azúcar, agua y almidón modificado. La mezcla se cocina a una cantidad determinada de humedad y esta mezcla fluida se deposita en moldes.

Cuando se colorean gomas de dulce, la presentación adecuada de colorante es la líquida. La solución de color debe ser añadida al final del proceso de cocimiento, dejando tiempo suficiente para batir y obtener una coloración uniforme antes de que el lote deje la caldera. Una solución concentrada (ocho onzas de colorante por galón), debe utilizarse. Esto previene que el contenido de humedad del lote aumente de una manera significativa. (75)

Generalmente, el objetivo es producir una gama de colores claros y brillantes, que sugieran sabores de frutas en la pieza final. Tonos oscuros pueden deberse a:

- + Que se ha añadido mucho color
- + Que el cocimiento de la goma ha sido prolongado
- + Que el producto final sea muy grueso

Debido a que las gomas son semi-transparentes, el grueso de cada pieza tiene mucho que ver con la cantidad de color que se va a añadir. Las piezas más gruesas se ven más coloreadas que las piezas más delgadas del mismo lote. Sin embargo, cuando se espolvorea azúcar como un paso final en el proceso, los tonos se ven más claros. El único para

determinar el efecto del color que se obtendrá de un volumen dado de una solución de color es hacer una muestra exacta del producto final (75).

Las gomas de mascar se colorean generalmente con lacas, ya que estas se retienen cuando se masca la goma sin decolorar en la boca como lo haría un tinte. Lo que es más, estas son más estables a la luz (21).

b) Centros cremosos de dulce:

La crema utilizada en hacer estos centros cremosos y bombones está lista para ser coloreada, simplemente se necesita revolver la cantidad adecuada de color líquido en la crema cuando esta se encuentra aún tibia. Debido a que no se agrega a altas temperaturas es posible poner cualquiera de los tres colorantes estudiados, y en caso de ser requerido, estos colorantes se mezclarán con otros colorantes para obtener los tonos deseados. Las posibilidades artísticas son -grandísimas, se prefieren tintes que den coloraciones delicadas y se debe tener cuidado de no sobrecolorear el producto. (75) (21)

c) Cubiertas para dulces:

El cubrir los dulces se ha usado mucho, sobretodo en dulces artesanales (58). El material más popular para cubrir, es la sucrosa, aunque hay muchas cubiertas en forma de películas, las cuales utilizan gomas que forman película y resinas (83). También se utilizan

dispersiones de jarabes de azúcar para cubrir dulces y gomas (1). Las cubiertas pueden ser transparentes u opacas. En la operación de cubrir dulces, una cacerola para revolver es cargada con tabletas. El color se aplica en el jarabe para cubrir. Se cubren entonces con el jarabe y posteriormente se rocía aire sobre las tabletas aún húmedas para acelerar la evaporación del solvente. Cuando se usan tintes, se deben aplicar alrededor de 30 a 40 capas. Las cubiertas de tintes son transparentes y la coloración depende de la coloración del tinte y del número de capas aplicadas (83).

En este tipo de aplicación, se recomienda la presentación líquida del colorante. Un volumen medido del colorante líquido se mezcla uniformemente en cada galón de jarabe, y volúmenes medidos de jarabe coloreado se añaden progresivamente a la carga.

Como regla general, se requiere mayor color para las cubiertas que para los centros cremosos o para las gomas, ya que el color de las cubiertas de dulce se ven más que los otros.

Las lacas son muy útiles en este tipo de trabajos, ya que producen colores más uniformes con menos capas que los tintes. En muchos casos, el  $TiO_2$  se usa para dar un efecto de colores pastel (75).

Las cubiertas de color rosa tienen mucha demanda. El tinte de la Eritrosina no es estable a la luz, por lo que se usa mucho la laca de Eritrosina para obtener capas con una muy buena estabilidad a la luz.(83), siempre y cuando se permita el uso de esta laca.

d) Caramelos:

Al seleccionar colorantes para usar en caramelos, se deben tomar en cuenta varios factores. Algo que es de interés primordial para el fabricante de caramelos es la calidad de su producto final. Se requiere de un color que produzca claridad en el caramelo, que dé el grado - correcto de intensidad en el producto, que sea estable durante la vida de anaquel y que no se "escurra" a otros colores en el caso de que haya más de un color, y que dé un producto consistente.

Son también de importancia el que sea eficiente el momento de manejarlo durante la fabricación del colorante y que no contaminen otros productos, esto puede ser por las nubes de polvo que hacen los colorantes en polvo. El color debe estar en una forma tal, que sea fácil de - medir durante el control de calidad. Se debe dispersar completamente - en el caramelo sin dejar manchas de color . (32)

Es difícil imaginar caramelos sin color. Estos representan un sistema bajo en humedad (1-2%) , y es difícil añadir soluciones acuosas a - este tipo de productos (83). Es por esto que las soluciones de colorantes sólo se pueden aplicar cuando el color es añadido al tiempo del cocido

miento, y el agua se evapora. Generalmente las soluciones acuosas son sometidas a procesos en los cuales se dá el producto deseado sin cambio en la fórmula. También, es difícil obtener colores brillantes con soluciones acuosas ya que el cocimiento prolongado tiene un efecto que apaga la brillantez del producto, por lo tanto las soluciones acuosas tienen un uso limitado en la elaboración de caramelos. (75)

La presentación que más se usa en estos productos son las pastas. Si se prepara la pasta, debe recordarse que el color se disuelve parcialmente en la glicerina. Se debe tener una completa dispersión del color en el caramelo. Para asegurarse de esto, el color seco en la fórmula, debe ser un polvo uniforme y excesivamente fino.

Las lacas se pueden usar con éxito en los caramelos para producir rojos brillantes, especialmente efectos rayados, se puede utilizar la laca del Rojo Allura ya que se encuentra permitida. No existe la tendencia de migración del color y del "escurrimiento" en otras áreas como podría ocurrir con los tintes. Sin embargo, en piezas delgadas y transparentes las lacas no producen resultados satisfactorios ya que se notan las partículas del pigmento, en este caso se pueden utilizar la Carmoisina, la Eritrosina y el Rojo Allura, de preferencia a las temperaturas más bajas posibles, es decir, en las últimas etapas del proceso.

##### 5. Mermeladas y Jaleas:

Al colorear mermeladas y jaleas, los productos que se van a utilizar deben ser estables al calor, a la presencia de conservadores, y a

ácidos de frutas. Los colorantes tienen mejores resultados cuando se añaden en soluciones acuosas al final del proceso, cuando la temperatura ha bajado lo suficiente. También se requiere que el colorante a usar tenga una buena solubilidad. Se prefieren colores brillantes, y los colores estudiados aquí, son de los más usados en este tipo de productos (91). Un ejemplo es el uso de la Carmoisina en mermelada de Frambuesa a una concentración aproximada de 80 partes por millón. El promedio de cantidades usadas en Mermeladas y Jaleas va de 50 a 100 partes por millón (91). Este tipo de usos es en el Reino Unido, ya que en México, el uso de colorantes en cualquier tipo en estos productos se encuentra prohibido.

#### 6. Productos derivados de la leche:

Los productos de leche requieren de colores que tengan buena estabilidad al calor para periodos cortos de pasteurización, y usualmente requieren de buena estabilidad a la luz. El Rojo Allura, la Carmoisina y la Eritrosina, se usan en estos productos, siempre y cuando se encuentren permitidos en este país para los determinados productos que se describen a continuación (91).

#### a) Helados y Nieves:

Casi todos los helados y nieves contienen colorantes artificiales. Asimismo se utilizarán colorantes para los conos. Debido a las cantidades tan pequeñas de color usadas, las cuales van de 10 a 200 partes por millón y aproximadamente se usa un promedio de 30 partes por millón, los colores en forma líquida son los que más se van a uti

lizar, además de que esta forma es muy conveniente para aplicarse. Los helados presentan pocos problemas de estabilidad, excepto en casos - donde se presentan números excesivamente altos de colonias de bacterias (83); también se requiere que el color tenga buena estabilidad a la luz, y entre los colores más frecuentemente usados, se cuentan el - Rojo Allura y la Carmoisina, esta última en una concentración de 80 - partes por millón dará una coloración de Frambuesa (91).

Como regla general, el color se añade en los tanques donde la mezcla pasteurizada y homogeneizada se va a subdividir para agregarle los diferentes sabores. Si esto no se lleva a cabo, lo mejor es añadir el color en la última etapa posible, si el proceso lo permite, esto debe hacerse después de la pasteurización. (75)

#### b) Quesos y Cubiertas grasas para quesos:

El queso es un producto en el que los colorantes artificiales no - son lo suficientemente estables así como las lacas ya que tienden a aglomerarse, en este caso el anato y el beta caroteno son los colorantes ideales (91). Este tipo de prácticas de coloración de queso, se lleva a cabo en países como el Reino Unido, pero en nuestro país , no se permite colorear los quesos.

Los quesos que se consumen en la alta gastronomía, son cubiertos con capas de parafina coloreadas, las cuales deben llevar colorantes - del tipo de los pigmentos como son las lacas, ya que aparte de que

dan una buena dispersión en la parafina, se obtienen resultados muy buenos, debido a la brillantez que presentan. Ya que la laca del Rojo Allura se encuentra permitida, se puede utilizar (91). En México se permite colorear cubiertas grasas para quesos.

c) Yogures

Los colores solubles en agua, cuando son añadidos a yogures con rellenos de frutas, pueden causar un problema de migración de colorantes, por lo que en este caso se recomienda usar lacas y así se evita la migración de la fruta al yogur (74) (24).

d) Margarinas:

Las margarinas en México, se coloran con colorantes naturales, como es el beta caroteno y el anato. El uso de colorantes artificiales, se encuentra prohibido en nuestro país, además de esto, si se utilizan este tipo de colores, darán resultados insatisfactorios ya que se pueden producir aglomeraciones de color(83).

7. Productos Carnicos:

En México, está prohibido el uso de colorantes en este tipo de productos. Y en países extranjeros donde se coloran estos alimentos, como es el caso del Reino Unido, se requieren colores que tengan estabilidad a conservadores como es el dióxido de azufre, así mismo, se necesitan colorantes como buena estabilidad a las temperaturas de

esterilización de estos productos. Los tres colorantes estudiados se pueden aplicar a estos productos, siendo los más adecuados para este propósito (91).

#### 8. Frutas Vegetales y Sopas enlatados:

El colorear estos productos, no esta permitido en nuestro país. En países donde se permite esta práctica como el Reino Unido (91) ó - España (16), es necesario que se utilicen colores que se puedan someter a altas temperaturas (140°C) para la esterilización y cocimiento del alimento. Cualquier componente ácido en la lata puede atacar el recipiente, lo cual puede desvanecer el color. Para minimizar este - problema, se utiliza un revestimiento en la lata. La Carmoisina, en ausencia de ácido ascórbico, se utiliza mucho, y el Rojo Allura también tiene aplicaciones en estos productos. (91)

La Carmoisina, se utiliza en frutas enlatadas para dar color a - las frambuesas a una concentración de 150 partes por millón (91). Ca be señalar, que el uso de un determinado colorante, se encuentra suje to a si se encuentra permitido en el país donde se va a colorear el - producto.

#### 9. Botanas:

El colorear extruidos, requiere de colores que tengan buena esta bilidad a altas temperaturas así como a la exposición de la luz. El Rojo Allura tiene un buen comportamiento frente a estas condiciones - por lo que se le puede usar. Los niveles a los que se usan estos co

lorantes van de 25 a 500 partes por millón y se usan en un promedio estimado de 200 partes por millón (91) (83). También se recomienda el uso de lacas en una proporción de 1 ó 2 onzas por 100 lbs. dando muy buenos resultados (74).

#### 10. Salsas:

El colorear salsas, aderezos para ensaladas así como la mayonesa, requieren de colores que tengan buena estabilidad a la luz así como a temperaturas de procesamiento, el Rojo Allura, combinado con otros colores ayuda a dar los tonos deseados y no existirán problemas con las estabilidades anteriormente descritas (91). El colorear salsa catsup en nuestro país está prohibido. Es el único tipo de salsa al cual no se le permite la adición de colorantes .

#### 11. Alimentos para animales:

Se ha establecido que los colorantes añadidos a los alimentos para animales deben ser de la misma calidad que los que son aprobados para el consumo humano (75).

Los alimentos para animales consisten básicamente de tres tipos: (83)

- + Extruidos secos
- + Alimentos enlatados
- + Alimentos semihúmedos

La forma original de alimentos para animales fué la forma de alimento enlatado y en este tipo de alimentos, se requieren colores que sean estables a las temperaturas del proceso así como que tengan buena estabilidad a las protefnas utilizadas en el producto. Las tonalidades cafés son las más comunes y se utilizan mezclas que contengan Eritrosina, aunque se tiene la limitante de que la Eritrosina se degrada a altas temperaturas, si se tiene cuidado con esto, se puede aplicar, ya que sí es estable a la presencia de estas protefnas. (91) (83)

Los colorantes certificados se usan extensamente en el tipo de extruidos secos, y los tonos amarillos, cafés y rojos son los más populares. Rangos de 100 a 300 partes por millón, son los que se usan generalmente y el colorante en polvo puede añadirse a la mezcla antes de que se haga la extrucción (83). Un método más aceptable es dísolver el tinte en algo del agua que se vá a usar antes de la extrucción. Otra opción es utilizar la forma líquida del colorante, aunque si el producto es lo suficientemente húmedo, se puede usar la forma en polvo, en este caso se requiere asegurarse de que exista una completa dispersión y disolución del colorante (75).

Un uso interesante, es la coloración de alimentos para animales del tipo gravy. Esto consiste de un alimento extruido al cual se le añade un polvo seco que contiene una goma, color en polvo y un material inerte. Cuando el consumidor le añade agua al producto, la

goma imparte viscosidad al líquido. Esto junto con el colorante disuelto, dá la apariencia de un gravy natural. En este tipo de alimentos, se prefiere una mezcla de colores homogeneizados para que no exista el problema de migración de colores (83).

Los productos semi-humedos, se colorean con un poco de mayor dificultad, ya que se requiere de una estabilidad extra a la luz, pues el producto generalmente va a estar expuesto a esta ya que está empacado en cajas con una especie de ventanas para que se vea el producto. Se usan mezclas de rojos, y el tipo más adecuado del colorante es en forma de lacas, además de que estas son relativamente inertes a las altas temperaturas y a la interacción con las proteínas, en estos casos una concentración de 0.05 a 0.2 por ciento de laca es suficiente (83) (74).

En alimentos para animales se van a usar colores en un rango de 100 a 400 ppm. teniendo como promedio aproximadamente 200 ppm.

De acuerdo con lo que se ha visto, se tienen que considerar diferentes factores para escoger un colorante o una mezcla de estos, y estos factores principalmente son la estabilidad que tienen a las diferentes condiciones, la forma más adecuada a cada uso, y el comportamiento que van a tener con los ingredientes del alimento así como el comportamiento que presentarán durante su vida de anaquel.

**C A P I T U L O 6 .****C O N C L U S I O N E S**

### Conclusiones:

De este estudio de los colorantes artificiales Rojo Allura, Carmoisina y Eritrosina, se llega a las siguientes conclusiones:

Los tintes colorean cuando son disueltos en un solvente adecuado, y las lacas colorean por dispersión en el alimento. Las lacas son pigmentos insolubles, son más caras que los tintes, dan muy buenas apariencias finales y tienen usos muy amplios, se pueden usar en productos grasos. Cuando un tinte actúa perfectamente en el producto, no se piensa en usar lacas.

La base para elaborar las diferentes presentaciones es la forma en polvo, los polvos son los menos caros, y tienen aplicaciones muy amplias pero tienen el problema de formar nubes de polvo. El tamaño normal de una partícula de polvo es de 60 unidades de malla.

En un colorante en pasta, se atenúa la pérdida de color, cuando se encuentra en sistemas ácidos, y son más estables a altas temperaturas. Tienen una viscosidad mayor a los líquidos gracias a la presencia de gomas. Se pueden aplicar a productos donde el agua es limitada.

La reacción de obtención de un colorante tipo azo, del grupo al cual pertenecen el Rojo Allura y la Carmoisina, es una reacción de diazotación, seguida de una copulación.

El precursor de la Eritrosina, la cual es un colorante del tipo de Xanteno, es la fluoresceína, y a esta se le hace un tratamiento con Yodo para obtener la Eritrosina.

La pureza del colorante se ve afectada por la formación de colores subsidiarios e intermediarios no combinados de la reacción de obtención del colorante, como es el caso de las fluoresceínas levemente yodadas en el caso de la Eritrosina, estos productos necesitan llevarse a los niveles más bajos posibles.

Para identificar colorantes, el método más usado es la cromatografía, y utilizando variedades de esta, se pueden detectar muchos colorantes y compuestos subsidiarios como las fluoresceínas levemente yodadas de la Eritrosina.

Si se va a usar una solución de colorante, esta se puede mantener por 24 horas sin usar conservadores, siempre y cuando se mantenga en condiciones estériles.

El Rojo Allura da mejor apariencia en productos opacos que transparentes.

El Rojo Allura y la Carmoisina tienen mejor estabilidad a la luz que la Eritrosina. Asimismo, tienen mejor estabilidad a los ácidos, mientras que la Eritrosina, precipita a valores de pH de 5 ó menores.

Los tres colores estudiados tienen una estabilidad regular frente a álcalis, ya que el color se puede desvanecer. Los tres, tienen buena estabilidad a temperaturas hasta de 105°C, y se ha comprobado que la Eritrosina se degrada a temperaturas mayores de 200°C.

La Eritrosina tiene mejor estabilidad al dióxido de azufre que el Rojo Allura y la Carmoisina, pero la Eritrosina, es el que presenta mayores problemas de estabilidad por sus problemas frente a altas temperaturas, a ácidos y a la luz. El Rojo Allura, debido a su buena estabilidad, es más compatible con los componentes del alimento que la Eritrosina.

El Rojo Allura y la Carmoisina tienen mejor solubilidad al agua que la Eritrosina y en contraste, este último es más soluble frente a solventes orgánicos que los primeros. Los tres colores son insolubles en aceites vegetales..

Se ha visto que la Carmoisina es pobremente absorbida en ratas y no aparece acumulación alguna en los tejidos de estos animales. La Carmoisina presenta reacciones adversas frente a personas alérgicas a la aspirina y a personas asmáticas; puede causar urticaria e hiperactividad.

La Eritrosina puede fomentar el crecimiento de tumores en la tiroides de una manera indirecta. No se ha encontrado carcinogenicidad del colorante. Puede causar hipertiroidismo. Tdos estos efectos ocurren a concentraciones muy altas del colorante (aproximadamente 4% en peso).

Los tres colores estudiados se pueden aplicar en helados y nieves. Cuando se pierde el color en estos productos es un indicio de crecimiento bacteriano.

Si hay cuidado con las temperaturas de aplicación de la Eritrosina en productos para animales, esta es ideal, pues tiene buena compatibilidad con las protefnas de este tipo de productos.

## REFERENCIAS CITADAS

**Referencias Citadas:**

**A. Hemerografía**

1. Andres C. 1981. Food Color dispersions furnish higher quality colors foods while improving operating efficiencies. Food Processing. 42, (13): 53-54.
2. Andres C. 1981 Natural Food Colors/Blends in expanded range of hues. Food Processing. 42, (13): 54.
3. Andres C. 1982. Yellow and Reddish-Orange colors have good stability and solubility. Food Processing 43,(5): 44-45.
4. Anónimo: 1985. Additives; The debate continues. Food Manufacture. 60(12): 26-27.
5. Anónimo. 1986. A splash of colour. Food, Flavours and Ingredients, Processing and Packaging. 8 (7): 19-21
6. Anónimo. 1984. A strange look at Red Dyes. Food and Chemical Toxicology. 22(1):83
7. Anónimo. 1983. Color. Analytical Chemistry. 50.(5): 171R - 172R
8. Anónimo. 1984. FD&C Red No. 3 Lakes. Food Processing 45,(4): 38-40.
9. Anónimo. 1981. Regulation-Round up. Food, Flavours, Ingredients, Packaging and Processing. 3,(1): 14-15.
10. Barbano D.M., Dellavalle M.E. 1984. Thermal Degradation

of FD&C Red No. 3 and Release of Free Iodide. Journal of Food Protection. 47. (9): 668-669.

11. Becci P.J., Hess F.G. 1983. Reproduction study of grape colour extract in Rats. Food and Chemical Toxicology 21, (1): 79-83.

12. Becci P.J., Hess F.G. 1983. Subchronic Feeding study of Grape colour extract in Beagle Dogs. Food and Chemical Toxicology. 21, (1): 75-77

13. Borzelleca J. F. 1985. Chronic Toxicity/Carcinogenicity study of FD&C Blue No. 2 in Rats. Food and Chemical Toxicology. 23, (6): 551-558.

14. Boley N.P., Crosby N.T., Roper P. 1981. Determination of Indigo Carmine in boiled sweets and similar confectionery products. Analyst. 106, (1263): 710-713.

15. Calvey R.J., Goldberg A. L., 1982. High performance liquid chromatographic determination of subsidiary colors in FD&C Red No. 3. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 65, (15): 1080-1085.

16. Caro Ma. R., Jodral M. 1984. Colorantes artificiales en conservas naturales. Alimentaria. 151. 115-119.

17. Clark D. 1983. Cosmetic color plant is unveiled. Drug and Cosmetic International 132, (2): 32.

18. Conning D. 1986. Putting Additives into perspective. Food Manufacture. 61. (6):73.
19. Cox E. A., Richfield-Fratz No. 1984. Liquid chromatographic determination of intermediates, subsidiary colors and two reaction by-products in FD&C Yellow No. 6: Reverse Phase method. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 67, (2): 240-249.
20. Chung K.T., Fulk G.E. 1981. Mutagenicity testing of some commonly used dyes. Applied and environmental microbiology. 42, (4): 641-648.
21. Dziezak J.D./1987. Applications of Food Colorants. Food Technology 41,(4): 78-86.
22. Dziezak J.D. 1986. Instrumentation for quality control. Food Technology. 40 (7): 90.
23. Edwards C.N., Combes. 1984. Mutagenicity studies of urine and faecal samples from rats treated orally with the food colourings Brown FK and Red 2G. Food and chemical toxicology. 22,(8): 593-597.
24. Farré F., Zango J.M. 1981 Colorantes en bebidas refrescantes, caramelos y yogures. Alimentaria, (23): 32-26
25. Fennema O. 1983. The food industry: Charting a course to the year 2000. Food Technology. 37, (1): 46-52.

26. Fogg A.G., Summan A. M. 1984. Further differential pulse polarographic and visible spectrophotometric studies of the degradation of permitted synthetic food colouring matters with and without the addition of ascorbic acid; Accelerated heat degradation studies. *Analyst*, 109, (6): 743-747.
27. Galli C.L., Marinovich M. 1982. The metabolic disposition of C<sup>14</sup> labelled Carmoisine in the rat after oral and intravenous administration. *Food and Chemical Toxicology*, 20, (4): 351-356.
28. Hilton Davis. 1982. Super Natural. Hilton Davis Co. Cincinnati, Ohio.
29. Hurst W.J., Mc Kim. 1981. Determination of tartrazine in food products by HPLC. *Journal of Food Science*, 46, (20): 419-424.
30. Janner G. 1986. Health and safety: Update '86. *Food Manufacture*, 61, (2): 57.
31. Johnson J., Clydesdale F.M. 1982. Perceived sweetness and redness in colored sucrose solutions. *Journal of Food Science*, 47, (3): 747-752.
32. Kassner J. E. 1987. Modern Technologies in the manufacture of certified Food Colors. *Food Technology*, 41 (4): 74-76.
33. Kearsley M.W., Rodriguez N. 1981 the stability and use of natural colors in foods: Anthocyanin,  $\beta$ -carotene and Riboflavin. *Journal of Food Technology* 16, (4): 421-431.

34. Kobayoshi F. 1986. Quantitative extraction and concentration of synthetic water soluble acid dyes from aqueous media using a Quinine-Chloroform solution. *Analytical Chemistry*. 58,(14) : 3048-3051.
35. La Bell F. 1982. Non-dusting dry dispersion colorants for hard candy. *Food processing* . 43, (5): 60-61.
36. Lancaster F.E., Lawrence J.F. 1982. Ion-pair high performance liquid chromatographic separation and detection of subsidiary dyes in synthetic food colors. *Journal of the Association of Official - Analytical Chemists*. 65, (6): 1305-1319.
37. Lancaster F.E., Lawrence J.F. 1983. Ion-pair liquid - - chromatographic determination of uncombined intermediates in three synthetic food colors. *Journal of the Association of Official - Analytical Chemists*. 66, (6): 1424-1428.
38. Lawrence J.F., Lancaster F.E. 1981 Separation and detection of synthetic food colors by ion-pair high performance liquid - - chromatography. *Journal of Chromatography*. 210, (1): 168-173.
39. Mc Closkey B. 1983. Innovation in oil analysis. *Food Manufacture*. 58. (2): 41.
40. Meggos H.N. 1984. Colors-Key Food Ingredients. *Food Technology*. 38, (1): 70-74.

41. Middlekauf R. D. 1985. Delaney meets De Minimis. Food Technology 39, (1): 62-69.
42. Middlekauff. R.D. 1981. Food and Color additives. Where do we go from here?. Cereal foods world. 26. (6): 273-276.
43. Newsome R.L. 1986. Food Colors. Food Technology 40 (7): 49-56.
44. Noonan J. E. 1985. An analysis of the factors affecting the future of FD&C colors. Cereal Foods World 30, (4): 265-267.
45. Norma Oficial Mexicana . 1976. Colorante orgánico-sintético Rojo No. 5 "Carmoisina" . Dirección general de normas NOM F 263-1975
46. Norma oficial Mexicana. 1973. Determinación de Arsénico en Colorantes orgánicos-sintéticos. Dirección general de normas NOM F-214
47. Norma oficial Mexicana. 1975. Determinación de colorantes sub sidiarios en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general - de normas. NOM F-251.
48. Norma Oficial Mexicana. 1972. Determinación de la concentración de colores en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección ge neral de normas. NOM F-243.
49. Norma Oficial Mexicana. 1974. Determinación de cloruros en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de normas NOM F-238.

50. Norma Oficial Mexicana. 1969. Determinación de extractos etereos en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de normas. NOM F-242.
51. Norma Oficial Mexicana. 1970. Determinación de Material insoluble en agua, en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de normas. NOM F-24.
52. Norma Oficial Mexicana. 1973. Determinación de Material volátil (a 135°C) en Colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de Normas. NOM F-182.
53. Norma Oficial Mexicana. 1972. Determinación de Metales pesados en colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de normas NOM F-240.
54. Norma Oficial Mexicana. 1971. Determinación de Oxidos Mixtos en colorantes orgánicos-sintéticos. Dirección general de normas NOM - F-171.
55. Norma Oficial Mexicana. 1971. Determinación de Plomo en colorantes orgánico-sintéticos Dirección general de normas NOM F-181.
56. Norma Oficial Mexicana. 1974. Determinación de Sulfatos en Colorantes orgánico-sintéticos. Dirección general de normas NOM F-239.
57. Patterson R.M., Butler J.S. 1982. Tartrazine-Induced Chromosomal aberrations in Mamalian Cells. Food and Chemical Toxicology. 20, - (4): 461-465.

58. Pearce A., Hume A.F. 1983. Synthetic food colours today . Food, Flavourings, Ingredients, Packaging and Processing. 5, (8): 26-29.
59. Poder Ejecutivo Secretaría de Salud. 1988. Diario oficial de la Federación Organó del gobierno constitucional, de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo CDXII No. 11. 1a sección
60. Puttemans M. L., Dryon L. 1984. Extraction of organic acids by Ion pair formation with tri-n-octylamine. Part V. Simultaneous determination of synthetic dyes, Benzoic acid, sorbic acid and saccharin in soft drinks and lemonade syrups. Journal of the - Association of Official Analytical Chemists. 67, (5): 880-884.
61. Puttemans M. L., Dryon L. 1983. High pressure liquid chromatographic determination of tartrazine in rice milk, following ion-pair extraction with tri-n-octylamine. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 66, (3): 670-672.
62. Puttemans M.L. Dryon L. 1982. Isolation, identification and determination of food dyes following Ion-pair extraction Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 65(3): 737-744
63. Puttemans M. L. Dryon L. 1982. Extraction of organic acids by ion pair formation with tri-n-octylamine part 7. Comparison of methods for extraction of synthetic dyes from yogurt. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 68(1) 243-145.

64. Richfield-Fratz N. 1984. Decomposition of 4,4'-(diazaminobis(5 methoxy-2-methylbenzenesulfonicacid) in solutions of FD&C Red No. 40. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 67, - (4): 844-845.
65. Rush. S. 1986. Colour by numbers. Food Flavourings Ingredients Processing and Packaging, 8 (7): 19-21.
66. Schramm A.T. 1984. Future Trends in Risk Analysis. Food Technology. 38, (10): 119-127.
67. Smith M.V. 1981. Regulation of artificial and natural flavors. Cereal foods world. 26, (6): 278-280.
68. Steele J.A. 1984. High performance thin layer chromatographic identification of synthetic food dyes in alcoholic products. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 67, (3): 540-541.
69. Stobbaerts R.F., Van Haverbeke L. 1983. Qualitative and Quantitative determination of some yellow, orange and red food dyes by Resonance Raman Spectroscopy. Journal of food science. (48, (2): 521-525.
70. Timberlake C.F. 1982. Colours in beverages. Food, Flavourings, Ingredients, Packaging and Processing. 4, (7): 14-17.
71. Tonogai Yashude., Kingkate A. 1983. Quantitative Determination of colorants in dried Shrimp and shrimp paste using ion-exchange extraction and HPLC. Journal of Food Protection. 46, (7): 592-595.

72. Turner A. 1986. A technologist looks at additives. 1a. parte. Food manufacture. 6, (7): 37-44.
73. Turner A. 1986. A technologist looks at additives. 2a. parte. Food Manufacture. 61, (8): 40-45
74. Warner - Jenkinson company 1987. All about lake-pigments. Folleto Editado por Warner - Jenkinson company 2526 Baldwin St. Louis Mo. U.S.A.
75. Warner - Jenkinson company 1987 Certified food colors. Folleto editado por Warner - Jenkinson company 2526 Baldwin St. Louis Mo. U.S.A.
76. Yoshimoto M., Yamaguchi M., Hatano S. 1984 Configurational changes in rat liver nuclear chromatin caused by azo-dyes. Food and chemical toxicology, 22. (5): 337-344
- B. Bibliografía
77. American Society for Testing and Materials Annual Book of ATSM Standards Philadelphia D.A.1987
78. Ediciones Andrade., Codificación Sanitaria Mexicana. Tomo II Ediciones Andrade S.A., México D.F. , 1981.
79. Editorial Cosmos., Gufa de la Industria Alimentaria., Publicaciones Cosmos. México D.F., 1982.
80. F.D.A. Code of Federal Regulations Tomo 21. The Office of the Federal Register-National Archivers and Records Service. General Services Administration. Washington D.C. , abril 1987.

81. F.D.A. Requirements of Laws and Regulations enforced by the F.D.A. Department of Health Education and Welfare Public Health Service. Food and Drug Administration. Rockville Maryland. 1983
82. Furia T.H., Handbook of Food Additives Vol I. CRC Press Inc. Boca Raton Fla. 1980.
83. Furia T.H., Handbook of Food Additives Vol II CRC Press Inc. Boca Raton Fla. 1980.
84. Hansen. M. "E" For additives. Thornsons Publishing Company group England 1986.
85. Heath H.B. Source book of flavors. The AVI Publishing Co. Inc. Westpoint Connecticut. 1981
86. Marmion D.M., Handbook of U.S. Colorants in foods, drugs, and cosmetics , John Wiley and sons. New York. 1984.
87. Mc Nair H. Cromatografia Liquida de Alta Presion. Programa Regional de desarrollo cientffico, y tecnológico. O.E.A. Washington N.C. 1973.
88. Taylor R.J., Food Additives. John Wiley and sons . New York 1980.
89. The Society of Dyers and Colourists . Colour Index. Vol 2. Lund Humphries London. 1971.
90. The Society of Dyers. and Colourists. Colour Index. 2nd Revision Vol. 7 Supplement to Vols 1-4 and 6. American Association of Textile Chemists and Colourists. 1982, .

91. Walford John. Series Developments in Food Colours 1. Colouring matter in food. Applied Science Publishers LTD. Ripple Road Essex England 1980.