

2ej 24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES DE APLICACION DEL COLORANTE EXTRAIDO DE ACHIOTE EN DIVERSOS ALIMENTOS



EXAMEN PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO**  
**P R E S E N T A :**  
**LUCILA DANIEL RIVERA**

**FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

## C O N T E N I D O

- I OBJETIVOS
- II INTRODUCCION
- III GENERALIDADES
  - 3.1 Color y colorante
    - 3.1.1 Color
    - 3.1.2 Colorante
  - 3.2 Clasificación general de colorantes
  - 3.3 Empleo de los colorantes
  - 3.4 Colorantes naturales
    - 3.4.1 Descripción y características generales
    - 3.4.2 Clasificación
      - 3.4.2.1 Pigmentos vegetales
      - 3.4.2.2 Pigmentos animales
    - 3.4.3 Toxicología y legislación
  - 3.5 Colorantes artificiales
    - 3.5.1 Descripción y características generales
    - 3.5.2 Clasificación
      - 3.5.2.1 Clasificación química
      - 3.5.2.2 Clasificación por funciones
    - 3.5.3 Toxicología y legislación
  - 3.6 Colorantes minerales
    - 3.6.1 Descripción y características generales
    - 3.6.2 Clasificación
      - 3.6.2.1 Colorantes minerales naturales
      - 3.6.2.2 Colorantes minerales artificiales
    - 3.6.3 Toxicología y legislación
  - 3.7 Achiote
    - 3.7.1 Historia

- 3.7.2 Características generales
  - 3.7.2.1 Etimología
  - 3.7.2.2 Sinónimos
  - 3.7.2.3 Nombre científico
  - 3.7.2.4 Familia botánica
  - 3.7.2.5 Clase
  - 3.7.2.6 Descripción y habitat
  - 3.7.2.7 Cultivo y cosecha
  - 3.7.2.8 Producto derivado
- 3.7.3 Composición y propiedades fisicoquímicas
  - 3.7.3.1 Bixina
  - 3.7.3.2 Norbixina
  - 3.7.3.3 Bixano
  - 3.7.3.4 Orellina
  - 3.7.3.5 Extracto de achiote acuoso
  - 3.7.3.6 Extracto de achiote en aceite
- 3.7.4 Usos
- 3.7.5 Producción e importancia comercial
- 3.7.6 Métodos de obtención
  - 3.7.6.1 Método tradicional
  - 3.7.6.2 Método por fermentación
  - 3.7.6.3 Método de L. Zechmeister
  - 3.7.6.4 Método de Morez-Smith
  - 3.7.6.5 Método para la obtención de colorante de uso alimenticio
- 3.7.7 Pruebas de detección y análisis
  - 3.7.7.1 Solubilidad
  - 3.7.7.2 Reacción del color
  - 3.7.7.3 Espectrofotometría
  - 3.7.7.4 Columna de cromatografía y reacción de Carr-Price

- 3.7.7.5 Cromatografía en capa fina
- 3.7.7.6 Contenido de pigmentos totales
- 3.7.7.7 Contenido de bixina
- 3.7.7.8 Contenido de orellina

3.7.8 Toxicología y legislación

IV DESARROLLO EXPERIMENTAL

4.1 Material y métodos generales

- 4.1.1 Aplicación, dosificación, determinación de --  
estabilidad, evaluación sensorial y cálculo -  
de costos de coloración del colorante extraí-  
do de achiote en diversos alimentos

4.2 Material y métodos específicos

4.2.1 En Productos Lácteos

- 4.2.1.1 Bebidas en polvo y líquidas
- 4.2.1.2 Yogurt
- 4.2.1.3 Helados

4.2.2 En Bebidas Refrescantes

- 4.2.2.1 Jarabes concentrados
- 4.2.2.2 Refrescos carbonatados
- 4.2.2.3 Bebidas instantáneas en polvo

4.2.3 En Aderezos y Condimentos

- 4.2.3.1 Aderezos
- 4.2.3.2 Consomé

4.2.4 En Productos Enlatados

- 4.2.4.1 Puré de tomate
- 4.2.4.2 Sopas

4.2.5 En Productos Horneados

- 4.2.5.1 Pan
- 4.2.5.2 Galletas

4.2.6 En Productos de Confeitería

4.2.6.1 Caramelo duro

4.2.6.2 Gomas

4.2.6.3 Malvavisco

V RESULTADOS

VI DISCUSION DE RESULTADOS

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII BIBLIOGRAFIA

**C A P I T U L O I**

**O B J E T I V O S**

## O B J E T I V O S

- 1.1 Estudiar las posibilidades de aplicación del colorante extraído de Achiote en diversos alimentos.
- 1.2 Determinar la estabilidad del colorante extraído de Achiote con respecto a las diferentes condiciones a las que debe someterse - en varios tipos de alimentos.
- 1.3 Comparar los costos de coloración del colorante extraído de ---- Achiote con los de colorantes artificiales.



**C A P I T U L O   I I**

**I N T R O D U C C I O N**

## I N T R O D U C C I O N

Desde épocas remotas, al hombre le ha maravillado la magnífica y variada policromía que ofrece la naturaleza, por lo cual quiso reproducirla en su casa, en su ropa, en su piel, e incluso en sus alimentos para poder conseguir sus propósitos creó los colorantes, que son sustancias propias de cualquier objeto coloreado o que de modo alguno le han sido adicionadas.

El color aparte de que deleita a la vista, ejerce funciones sumamente prácticas, ya que permite distinguir, ambientar, advertir, - indicar, transmitir señales, y con el cual se puede establecer todo un código de información.

Los colorantes han sido empleados desde tiempo inmemorial para impartir color a los alimentos, mucho tiempo antes de que el procesamiento de alimentos se constituyera en tecnología.

No obstante que son utilizados en cantidades muy pequeñas, los colores para alimentos son ingredientes clave que intervienen directamente en el éxito o fracaso de un producto.

El color de un alimento, así como el de su medio circundante -- puede acrecentar o minimizar el gusto que se tenga por él, resultando mucho más grato el consumo de productos atractivos que el de los que no lo son. La primera impresión causada por un alimento la constituye su color, es por ésto que la aceptación o rechazo del mismo -- está casi totalmente en función de lo que los ojos capten en la observación inicial. Es una característica de los alimentos sumamente importante que da al consumidor la posibilidad de discernir entre diversas opciones que le sean mostradas, ampliando así el potencial de comercialización de los productos.

Hay distintas razones por las cuales se añaden colores a los alimentos, algunas son deseables, otras indeseables. La primera y más importante es la de acrecentar su atractivo, proporcionándole una apariencia apetecible, ya que la forma en que se muestran influye en forma definitiva en su palatabilidad. El empleo de aditivos de color

resulta fundamental para incrementar la calidad estética de los alimentos, tomando en cuenta que la apariencia de un producto tiene una influencia notable sobre su aceptación por parte del consumidor. Para la mayoría de las personas, todo alimento debe poseer un color de terminado mediante el cual va a ser identificado, estableciéndose como preferido para cada alimento aquel que produzca las mayores sensaciones placenteras al comer.

La segunda razón, es la estrecha relación existente entre el color de los alimentos y la apreciación de sus otras características. Generalmente previo a la ingestión de un alimento, el consumidor considera su aspecto visual y sobre todo su color. La reacción que tenga ante el color será determinante, ya que puede rechazar el alimento sin tomar en cuenta otros aspectos, o aceptarlo considerando entonces -- sus demás cualidades porque la apariencia de un alimento afecta la percepción de su olor, sabor, temperatura y textura. De ahí la importancia de que cada alimento tenga su color adecuado, ya que mediante estudios se ha comprobado que cuando los alimentos no están coloreados apropiadamente el consumidor piensa que no saben como deberían, porque el color es un factor relevante para el disfrute pleno de los alimentos. Por todo lo anterior, se considera que el color es el responsable directo del consumo de los alimentos.

La tercera razón, es la preferencia del consumidor por aquellos alimentos que tengan una apariencia estándar. Para ser ampliamente aceptados, los alimentos deben presentar colores naturales uniformes.

Sin embargo, esto no siempre sucede naturalmente, por lo que se ha convertido en una práctica común entre los procesadores de alimentos -- el agregarles color, con el fin de obtener productos que satisfagan los requerimientos de las mayorías.

En esta época muchos alimentos de consumo común se adquieren en forma procesada, lo cual provoca que sus colores naturales desaparezcan parcial o totalmente, esto proporciona una razón más para colorear los alimentos, que es la sustitución de los colores naturales perdidos durante la manufactura de los productos procesados.

Una razón indeseable es aquella en la que se usan aditivos de color para disimular o disminuir defectos en los alimentos, aparentando de esta manera una calidad superior a la real.

Dentro de la tecnología de alimentos, el color juega un papel relevante como índice de calidad. Muchos alimentos presentan colores característicos que están estrechamente ligados con determinadas cualidades altamente aceptables como son su frescura o madurez, ésto en el caso de alimentos frescos utilizados como materias primas. En el caso de productos procesados, el color puede ser indicativo de transformaciones ocurridas durante el proceso industrial, de prácticas de manufactura inadecuadas, de algún tipo de adulteración, o de almacenamiento bajo condiciones no óptimas.

Debido a que la coloración es un factor decisivo en la elaboración de alimentos, cada día se dedica más tiempo y recursos al perfeccionamiento de las técnicas de coloración de éstos, buscándose colorantes que produzcan el matiz esperado en el producto final, que sean fácilmente incorporables, que resulten estables bajo condiciones de cocinado y almacenamiento, pero sobre todo que no representen un riesgo para la salud de los consumidores.

El aumento en la preocupación pública sobre la seguridad de colorantes sintéticos está conduciendo a un incremento en la consideración del uso de pigmentos naturales como colores para alimentos. Es por ésto que la demanda de colores naturales es mayor día con día, y tiende a prevalecer por la predominante corriente naturista y por las exigencias de las leyes sanitarias. Hoy en día, la demanda excede a la oferta de colorantes naturales.

Como ejemplos de colorantes naturales podemos citar:  $\beta$ -Caroteno, Extracto de Achiote, Azafrán, Paprika, Extracto de Cochinilla y Cúrcuma, entre otros.

El Achiote es un colorante de origen natural, que debido a la preferencia que tiene actualmente el consumidor por los productos naturales, podría ser una buena alternativa tecnológica dentro del campo de los colorantes empleados en alimentos.

**CAPITULO III**

**GENERALIDADES**

## GENERALIDADES

## 3.1 COLOR Y COLORANTE

## 3.1.1 COLOR

El concepto de color, comprende a su vez tres conceptos básicos: a) Color-Radiación; b) Color-Objeto y c) Color-Sensación. El color, en el ámbito de la física óptica, es un haz de radiaciones luminosas con una determinada distribución espectral, éste es el llamado Color-Radiación. Los objetos, y entre ellos los alimentos, transforman la luz que les llega de forma que la luz transmitida a su través (cuerpos transparentes) o reflejada en las capas superficiales (cuerpos opacos) tiene distinta distribución espectral, éste es el Color-Objeto. Cuando la luz, procedente de una fuente luminosa o de un objeto iluminado, incide en la retina del ojo humano y la impresión recibida se transmite al cerebro por los nervios ópticos, se produce una sensación o respuesta al estímulo físico, que conocemos como Color-Sensorial (21).

Desde un punto de vista físico, el espectro de la luz blanca está formado por un número infinito de colores. En la práctica se acostumbra subdividirlo en conjuntos donde cualquiera de las luces coloreadas es complementaria de las mezclas obtenidas con las restantes. Se dice que un color es complementario de otro cuando la unión de ambos reconstituye el color blanco. La luz blanca del sol se descompone en siete colores elementales que constituyen el espectro: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, indigo y violeta (21,63,76).

El color de una sustancia resulta de la parte del espectro de la luz incidente que absorbe. Tendrá siempre el color complementario de aquella, compuesto por las radiaciones absorbidas. De ese modo, cuando absorbe todos los colores del espectro será negra o gris; si refleja todos los colores será blanca. La absorción de la luz depende de la estructura de la molécula, sus electrones, sensibles a la acción luminosa, absorben en general en la región del ultravioleta,

pero en ciertos casos la absorción puede ocurrir en la región visible y entonces aparece el color. A veces se debe a una estructura laminar de la sustancia, que favorece la interferencia y da lugar a ondas estacionarias (nácar, pompas de jabón) (21,63).

El término "color" indica algo que se relaciona más con la neurofisiología que con la física, ya que no es sólo un concepto físico, sino también una percepción sensorial, es algo relacionado más con el comportamiento propio de cada individuo que con un fenómeno de validez universal. Los colores se identifican a través de sensaciones nerviosas distintas (21,24).

El concepto de Color-Sensorial es el que interesa primordialmente en el campo de los alimentos, ya que es éste el que representa a la evaluación visual que realiza el consumidor. El color-sensorial está determinado por tres atributos, psicológicos: tono, pureza y claridad. El Tono o Tipo de Color (verde, azul, rojo) responde a la preponderancia de las radiaciones de unas determinadas longitudes de onda sobre otras. La Pureza o Saturación se refiere a la relación entre la cantidad del tono de color predominante y la cantidad de color gris o suma de todos los tonos espectrales. La Claridad, Luminosidad o Visibilidad del color responde, finalmente, a la cantidad total de luz que, procedente del objeto, es detectada por el órgano de la visión humana, teniendo en cuenta la diferente visibilidad de las radiaciones a lo largo del espectro visible. La sensación de color queda bien definida con estos tres atributos. Sin embargo, cuando un hombre observa un alimento, o cualquier otro objeto, no percibe sólo su color, sino algo más amplio que se ha dado en llamar "aspecto visual". En este concepto están incluidas, además del color, otras sensaciones que interfieren con él, como son: el brillo, la forma geométrica, las características de la superficie-rugosidad, defectos- y la uniformidad en cuerpos sólidos y la turbiedad en cuerpos líquidos (20).

### 3.1.2 C O L O R A N T E

Un colorante es toda sustancia preparada para pintar o para dar a las cosas un tinte determinado (18).

Los colorantes son sustancias capaces de colorear a otra (sustrato), de modo que ambas no puedan disociarse por medio de una simple operación (21).

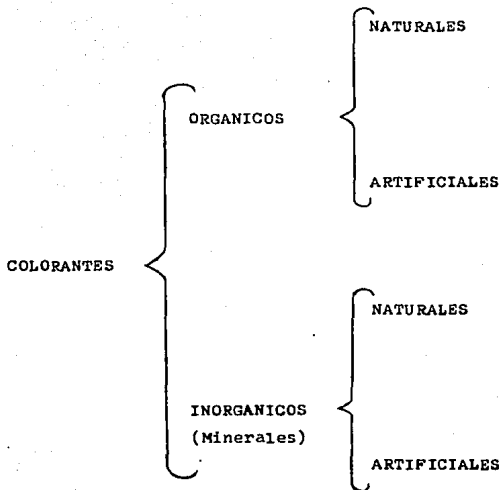
Cuando se refiere a alimentos, el término "colorante", también recibe los nombres de: color para alimentos, aditivo de color, tinte y pigmento. De acuerdo a la FDA (Food and Drug Administration) de los E.U.A., un aditivo de color, es un tinte, pigmento u otra sustancia elaborada mediante un proceso de síntesis, o un artificio similar, o bien, extraído, aislado, o derivado, con o sin cambio de identidad intermedia o final, de un producto vegetal, animal, mineral u otra fuente, el cual, al ser añadido o aplicado a un alimento, medicamento, cosmético, al cuerpo humano o cualquier parte del mismo, es capaz (por sí solo o mediante reacción con otra sustancia) de impartir color.

En sentido general, se dice que una sustancia tiene color o es coloreada, y por lo tanto puede colorear, cuando es capaz de absorber rayos de luz de cierta longitud de onda. Es un hecho experimental que la absorción selectiva de la luz va siempre unida a un estado de insaturación en la molécula de la sustancia. Así, cuanto más numerosos son los enlaces múltiples tanto más intenso resulta el color (31).

Las radiaciones luminosas que atraviesan un cuerpo transparente, son absorbidas en parte por la disposición de las moléculas que lo componen. Ellas están formadas por grupos especiales de átomos cuya estructura electrónica es capaz de absorber selectivamente determinadas radiaciones visibles. Ese mecanismo de filtración incitó a los químicos a separar los grupos de átomos por el color absorbido. Surgió así la química de los colorantes, que tiene innumerables aplicaciones en la vida moderna (23).



### 3.2 CLASIFICACION GENERAL DE COLORANTES



### 3.3 EMPLEO DE LOS COLORANTES

La mayor parte de la producción mundial de colorantes se usa para teñir las fibras textiles naturales y sintéticas. Los otros usos comprenden el tinte del cuero, las pieles, el papel, los alimentos, los cosméticos, las pinturas y las tintas. La aplicación a estos materiales se efectúa, en general, con el colorante disuelto en agua o en disolventes orgánicos. Para colorear las materias plásticas, el caucho, el linóleo, las tintas de imprenta y las tinturas, se usan en cambio, colorantes insolubles en agua y parcialmente solubles en disolventes, que se denominan lacas y pigmentos. Constituyen aplicaciones especiales los colorantes para fotografía y fotoreproducción. Algunos colorantes se usan también en terapéutica, con cierto éxito.

Las características que debe poseer un colorante para ser usado en alimentos, en orden de importancia son (57):

a) Los colorantes deben ser seguros para los seres humanos a -- los niveles usados en los alimentos.

b) A los niveles usados, el colorante debe ser inodoro e insipi do, o bien sus propiedades sensoriales deben ser inofensivas, y de-- ben mezclarse bien con los alimentos que colorean.

c) Un colorante debe ser lo más estable posible a las influen-- cias de la luz, pH, oxidación, reducción y al ataque microbiano.

d) Deberá ser compatible al menos con algún componente del ali-- mento, es deseable que no presente algún tipo de reacción con algún-- componente del alimento.

e) Deberá tener un poder tintóreo elevado, así como un rango de tonos deseable.

f) Algunos deberán ser solubles en grasas y otros en agua.

g) En caso de no ser solubles, deberán ser fácilmente dispersa-- bles.

h) El costo que represente ser usado en la coloración de alimen tos, deberá ser mínimo.

### 3.4 COLO R AN T E S N A T U R A L E S

#### 3.4.1 DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS GENERALES

Los colorantes naturales son sustancias pigmentarias obtenidas-- de árboles o arbustos (pigmentos vegetales). En las plantas puede en-- contrarse el colorante ya como tal (cúrcuma) o en una forma no colo-- rante, por ejemplo, como un glucósido (indigo, rubia). También hay -- sustancias pigmentarias obtenidas de insectos, moluscos, etc. (pig-- mentos animales) (79).

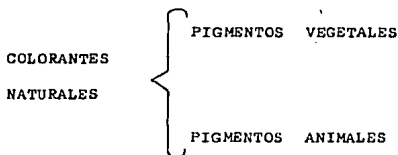
En los seres vivos hay multitud de sustancias que se acumulan -- en diversas partes del cuerpo para contribuir a su coloración. Como-- las sustancias que producen el color son compuestos químicos más o -- menos específicos, unas veces metabolitos intermediarios y otras sus

tancias de desecho, cuya distribución en células y tejidos responde también a una pauta específica, los colores que exhiben los organismos suelen ser característicos de su propio grupo e incluso de estados fisiológicos definidos, como por ejemplo: los colores de primavera o de otoño en los vegetales, los colores de los frutos verdes o maduros, coloraciones nupciales en los animales, colores de pro-tección, etc. (64).

Los colorantes naturales derivan de hidrocarburos aromáticos. La mayoría contienen el grupo CO y gran parte de ellos tienen junto a él escasas formaciones cíclicas. Casi todos son colorantes mordientes, lo cual significa que presentan un carácter débilmente ácido. Su aplicación se basa en la presencia de grupos oxhidrilo, de los que hay siempre uno junto al grupo CO. La separación y el aislamiento de los pigmentos naturales se facilita considerablemente debido a que algunos son hidrosolubles, mientras que otros son solubles en disolventes orgánicos como hexano, éter, alcohol, etc. La medición del color se puede efectuar aprovechando la propiedad de cada pigmento de absorber una cierta longitud de onda del espectro visible. La identificación de los pigmentos se efectúa con diferentes técnicas cromatográficas y también se emplean métodos espectroscópicos en el ultravioleta e infrarrojo (2).

### 3.4.2 CLASIFICACION

Los colorantes naturales se clasifican de acuerdo a su origen:



## 3.4.3.1 P I G M E N T O S V E G E T A L E S

## 3.4.3.1.1 CLASIFICACION:

PIGMENTOS  
VEGETALES

CAROTENOIDES  
CLOROFILAS  
ANTOCIANINAS  
FLAVONOIDES  
BETALAINAS  
QUINONAS  
XANTONAS

## 3.4.3.1.2 DISTRIBUCION (83):

a) En las Hojas: Todas las hojas contienen Clorofila que les da su color verde. También contienen el pigmento carotenoide llamado -- Xanthofila que no se nota excepto en hojas variegadas donde la clorofila está ausente en manchones. Algunas hojas variegadas también tienen pigmento de Antocianina roja que oculta el verde de la Clorofila. Las hojas del betabel están coloreadas con Betacianina y con Clorofila que le dan su color característico rojo-verde. Durante el otoño en zonas templadas y frías muchos árboles caducifolios (que pierden hojas) acumulan Antocianinas que les dan los llamados colores de otoño.

b) En las Flores: Muchas flores tienen pétalos de colores brillantes correlacionados con la necesidad de atraer insectos polinizadores. La coloración de las flores puede deberse a las Antocianinas, Betacianinas, Flavonoides o Carotenoides. La variación en color se debe generalmente a pequeños cambios en la composición química del pigmento.

c) En los Tallos y Raíces: Plantas como la zanahoria y el betabel tienen raíces de almacenamiento con pigmentos así como algunas begonias y otras plantas de ornato tienen pigmentos en sus tallos. No se sabe la razón de estas coloraciones.

#### 3.4.3.1.4 USOS:

En el pasado muchos pigmentos vegetales como el índigo fueron usados para teñir telas. Hoy en día se usan tintas artificiales en la industria textil por su fácil manejo. Sin embargo existe todavía una demanda para tintas naturales, por ejemplo, para teñir lana de alta calidad se usan pigmentos procedentes de líquenes. (Todavía existen grupos humanos primitivos que utilizan tintes naturales para sus telas y para teñir sus cuerpos en ceremonias rituales).

Hoy en día muchos pigmentos vegetales son preferidos en lugar de los artificiales por su baja toxicidad como colorantes de cosméticos. Un ejemplo es el Achiote (Bixa orellana L.) cuyas semillas (arilo) proveen el colorante. En algunos países de América y las Antillas es el sustituto más importante del azafrán. El Azafrán de Europa y Asia proviene de las estigmas de Crocus sativus L. y se usa mucho en pastelería y en la paella Valenciana de España. Otro colorante vegetal que se usa mucho en la cocina es el Cúrcuma (Curcuma longa L.): el colorante amarillo-anaranjado proviene de los rizomas de esta planta asiática. Es un ingrediente importante del curry. Otro colorante importante, es la Hematoxilina que proviene de la madera del Palo de Campeche o palo de tinte (Haematoxylon campechianum L.) México exporta una gran cantidad de esta madera al extranjero. El colorante se usa para preparar tintas para escribir, como indicador de análisis cuantitativos, y en trabajos de histología por la propiedad que tienen de teñir selectivamente los núcleos de las células animales y vegetales (83).

#### 3.4.3.2 PIGMENTOS ANIMALES

##### 3.4.3.2.1 DESCRIPCIÓN:

En los animales, todavía son más variados que en los vegetales los pigmentos, su distribución en el cuerpo, la distribución general de las manchas o modelo de color y el significado ecológico de la pigmentación. En líneas generales, los pigmentos animales y la coloración

ración del cuerpo tiene un significado adaptativo. Hay colores de ocultamiento (pigmentación críptica) que imitan el del sustrato, otros son de aviso o premonitorios (pigmentación aposemática); en general son coloraciones imitativas, que simulan algo (65).

#### 3.4.2.2.2 CLASIFICACION:

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| PIGMENTOS | } | Pigmentos Hem: Mioglobina y Hemoglobina                              |
|           |   | Carotenoides   |
| ANIMALES  | } | Colorantes Antraquinoides: Extracto de Cochinilla, Quermes y Lac-Dye |
|           |   | Púrpura  |
|           |   | Sepia  |

#### 3.4.2.2.3 DISTRIBUCION:

Los colores más típicos de los animales se localizan en las células pigmentarias que se distribuyen por el cuerpo adecuadamente. Hay en los animales muchos tipos de coloraciones según las células que acumulan los pigmentos. Estas células suelen denominarse cromatóforos, pero responden a naturalezas diversas, según los pigmentos que encierran. Otras veces los pigmentos se difunden como manchas o acúmulos de color, en una cutícula, en el esqueleto quitinoso de los artrópodos, en las conchas de los moluscos, etc. (65).

#### 3.4.3 TOXICOLOGIA Y LEGISLACION

La toxicología es la recolección y evaluación de la información necesaria para determinar la seguridad de los ingredientes para consumo humano. No es una ciencia pura, pero es una mezcla de diversas disciplinas como Química, Medicina, Farmacología, Bioquímica, Microbiología, etc. La evaluación toxicológica de extractos vegetales es complicada por la presencia de muchos compuestos aparte del que está

bajo investigación. A pesar de que muchos pigmentos naturales tienen una larga historia de uso seguro para el consumo humano, este factor puede ser difícil de verificar por los procedimientos toxicológicos-modernos de prueba. El trabajo toxicológico de aditivos de color usualmente resulta en regulaciones nacionales e internacionales que gobiernan el uso de estos ingredientes. Debido a la complejidad de los compuestos y sus métodos de evaluación, es difícil de establecer reglas simples y permanentes respecto a los estudios toxicológicos. Con el fin de hacer algunas simplificaciones, los ingredientes son usualmente divididos en algunos grupos como sabores, colores, anti-oxidantes, condimentos, etc. (19).

Aún cuando los pigmentos naturales han sido ingeridos por los seres humanos a lo largo de muchos miles de años, al estar presentes en frutas y vegetales, ésto no implica que sean seguros en forma concentrada o pura, además de que tienen que procesarse antes de poder ser adicionados a los alimentos, pudiendo contaminarse durante dicho proceso. Es por ésto que los colorantes naturales deben ser aprobados por las autoridades sanitarias de cada país a pesar de ser productos de origen natural. En los E.U.A., la FDA ha establecido especificaciones de identidad, y en algunos casos de pureza para ellos. De acuerdo a la FDA, los colores naturales se denominan "aditivos de color no certificados", siendo aquellos que se obtienen de fuentes vegetales, animales o minerales, o bien, son duplicados sintéticos de colorantes existentes naturalmente; estando exentos de requerimientos de certificación basada en análisis químicos de la FDA.

En la tabla 3.1 se presentan los Aditivos de Color No Certificados enlistados permanentemente para su uso en alimentos y piensos- (49).

TABLA 3.1

## ADITIVOS DE COLOR NO CERTIFICADOS

| ADITIVO DE COLOR   | RESTRICCION   |
|--|---|
| Algas Deshidratadas  | En alimentos para gallina úni-<br>camente   |
| Extracto de Annato   | . . .   |
| Beta-Apo-8'-Carotenal  | 15 mg/lb  |
| Beta Caroteno  | . . .   |
| Polvo de Remolacha   | . . .   |
| Cantaxantina   | 30 mg/lb  |
| Caramelo   | . . .   |
| Aceite de Zanahoria  | . . .   |
| Extracto de Cochinilla (Carmin)  | . . .   |
| Aceite del Endospermo del Maíz   | En alimentos para gallina úni-<br>camente   |
| Harina de Semilla de Algodón tos-<br>tada parcialmente desgrasada y --<br>cocida | . . .   |
| Gluconato Ferroso  | Para colorear aceitunas madu--<br>ras únicamente  |
| Jugo de Frutos   | . . .   |
| Extracto de Color de Uva   | Para alimentos que no sean be-<br>bidas únicamente  |
| Extracto de Piel de Uva (Enocia--<br>nina)                                       | Para bebidas carbonatadas y --<br>sin gas, en bases para bebidas<br>y bebidas alcohólicas |
| Paprika y Oleorresina de Paprika   | . . .   |
| Riboflavina  | . . .   |
| Azafrán  | . . .   |
| Extracto de Flor de Zempatzuchitl  | En alimentos para gallina úni-<br>camente   |
| Oleorresina Turmérica y Turmérico  | . . .   |
| Jugo Vegetal   | . . .   |



En México, los Colorantes Orgánicos Naturales Permitidos por la Secretaría de Salud, son los siguientes (55):

- a) Aceite de Zanahoria (Daucus carota L.)
- b) Achiote, Annato (extracto de semilla de Bixa orellana)
- c) Azafrán (estigmas de Crocus sativus L.)
- d) Beta-Apo-8-Carotenol
- e) Bétabel Deshidratado
- f) Beta-Caroteno
- g) Caramelo
- h) Clorofila
- i) Cochinilla (extracto de Coccus cacti L. o Carmín)
- j) Cúrcuma (polvo y oleorresina del rizoma de Cúrcuma longa L.)
- k) Extracto de Tegumento de Uva (Enocianina)
- l) Harina de Semilla de Algodón, cocida, tostada y parcialmente desgrasada
- m) Jugos de Frutas
- n) Jugos de Vegetales
- ñ) Pimiento
- o) Pimiento Oleorresina
- p) Riboflavina
- q) Xantófilas: Flavoxantina, Rubixantina, Zeaxantina, y los --- productos naturales aprobados que las contengan
- r) Otros que determine la Secretaría

### 3.5 C O L O R A N T E S A R T I F I C I A L E S

#### 3.5.1 DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS GENERALES

Los colorantes artificiales son aquellos cuyo material colorante sea uno o más productos derivados del alquitrán de hulla, o uno - o más compuestos relacionados por su estructura química a tales derivados. Los colorantes orgánicos obtenidos de las sustancias resultantes del fraccionamiento del alquitrán de hulla se caracterizan por -

teñir la fibra vegetal o animal. Aún se llaman también colorantes de anilina, porque sus primeros representantes eran derivados de la anilina (8,54).

### 3.5.2 CLASIFICACION

Los colorantes se clasifican comunmente, por su estructura química o por sus métodos de utilización. La primera atañe, particularmente al químico y al fabricante; la segunda, a la industria manufacturera. De hecho, tipos de colorantes con constituciones químicas similares tienden a exigir, también, procesos de fabricación similares. Pero, a veces, como sus aplicaciones son bastante diferentes, se requiere una clasificación que los relacione con sus métodos de obtención y con sus posibilidades de aplicación (21).

#### 3.5.2.1 CLASIFICACION QUIMICA:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| a) Colorantes Etilénicos         | b) Nitrocolorantes                      |
| c) Nitrosocolorantes             | d) Colorantes del Difenilmetano         |
| e) Colorantes del Trifenilmetano |   |
| f) Colorantes Azóicos            | g) Colorantes Xanténicos                |
| h) Colorantes Antraquinónicos    | i) Colorantes Indigoides                |
| j) Colorantes Quinónicos         | k) Colorantes Azínicos                  |
| l) Colorantes Acridínicos        | m) Colorantes de Estilbeno              |
| n) Colorantes del Azufre         | ñ) Ftalocianinas o Pigmentos Pirrólicos |
| o) Lacas                         |   |

#### 3.5.2.2 CLASIFICACION POR FUNCIONES:

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| a) Colorantes Ácidos    | b) Colorantes Básicos      |
| c) Colorantes Directos  | d) Colorantes al Mordiente |
| e) Colorantes a la Tina | f) Colorantes al Azufre    |

#### 3.5.2.3 CLASIFICACION DE LA FDA:

De acuerdo a la FDA los colorantes artificiales son compuestos de estructura conocida producidos por síntesis química. Se dividen en Tintes y Lacas.

a) Tintes: Son compuestos solubles en agua cuyo poder colorante se manifiesta al disolverse. Los tintes, tanto los primarios como -- las mezclas, son producidos en numerosas formas comerciales. Las más importantes son polvos, granulados, líquidos, mezclas no brillantes, pastas y dispersiones. Cada fórmula satisface una necesidad específica, y cada una posee sus ventajas y desventajas. Los tintes son usados para colorear una variedad de productos alimenticios, incluyendo bebidas carbonatadas, bebidas destiladas, mezclas secas, productos -- de panadería, confituras, productos lácteos, cubiertas para embuti-- dos, y alimentos para animales. Cada aplicación requiere de una forma distinta de tinte, por ejemplo, polvos o gránulos son utilizados para bebidas; pastas o dispersiones para productos de panadería y -- confitería; y colores líquidos para productos lácteos. No hay límite de la FDA con respecto a la cantidad que puede usarse de un tinte, -- pero las buenas prácticas de manufactura sugieren que deben usarse -- menos de 300 p.p.m. de los tintes. Esto es más que suficiente para -- colorear la gran mayoría de los productos, con excepción de los productos oscuros coloreados, como el chocolate, el cual puede requerir más (50).

b) Lacas: Las lacas son extensiones de los tintes solubles en -- agua sobre un substrato de hidrato de alúmina. Las lacas colorean -- por dispersión en la misma forma en que la canela colorea al azúcar cuando se mezclan. Las lacas están disponibles en variedad de mati-- ces y de contenido de tinte. Generalmente el contenido de tinte va-- ría desde 10 hasta 40%. Cuando el contenido de tinte puro de una laca es incrementado, no hay únicamente un cambio en la intensidad, si no también un cambio substancial en el matiz. Por ejemplo, una laca-Rojo No. 3 con 15% de tinte puro es rosa brillante, mientras que una de 40% es rojo cereza oscuro. Las lacas tienen mayor estabilidad a la luz, química y térmica que los tintes, pero son más caras. En general, son usadas en productos de base oleosa, y en productos que no contienen cantidades suficientes de humedad para disolver a un tinte. Las aplicaciones típicas de las lacas incluyen tabletas de compre---

sión directa, tabletas cubiertas, cubiertas de foundant y escarchas, cubiertas de base oleosa, mezclas de pastel, caramelo duro, producto to gomosos, y muchos otros (49).

Los Colorantes FD&C (Food, Drug and Cosmetic) son todos solubles en agua, y están comprendidos en cuatro clases que son (80):

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| a) Colorantes Azo               | b) Colorantes Trifenilmetanos   |
| c) Colorantes Tipo Fluoresceína | d) Colorantes Indigo-Sulfonados |

### 3.5.3 TOXICOLOGIA Y LEGISLACION

Los aditivos de color para alimentos representan una categoría especial de aditivos para alimentos. La legislación común que gobierna la regulación y uso de aditivos de color en los Estados Unidos es el Federal Food, Drug and Cosmetic Act de 1938, enmendado por los Color Additive Amendments de 1960. Los colorantes artificiales de alquitrán de hulla que son usados en los E.U.A. con permiso gubernamental son conocidos como Colores Certificados y frecuentemente llamados Colores Permitidos. Los aditivos de color certificados cumplen con ciertos grados de pureza establecidos por la FDA (Food and Drug-Administration) y son compuestos de estructura conocida producidos por síntesis química (49).

Los tintes de alquitrán de hulla sintéticos algunas veces contienen impurezas; algunas de estas impurezas pueden ser peligrosas; otras, por otro lado, pueden ser nocivas y pueden hasta ser tóxicas. Estas impurezas no pueden menguar el valor de un tinte para uso industrial, pero son altamente objetables en una substancia preparada para consumo humano. Para obtener tintes inocuos, los estándares de pureza establecidos para colores certificados, necesitan precauciones especiales en su manufactura y purificación, de tal manera que en el producto final no deben estar presentes cantidades apreciables de sustancias objetables. Dentro de los colorantes sintéticos, el principal interés es el de fabricar productos con bajos o nulos ries

gos tecnológicos, ya que, además de cuidar la salud de los consumidores, las estrictas regulaciones podrían prohibir su uso en alimentos. Actualmente, se investiga la posibilidad de utilizar materias primas menos tóxicas, o que no produzcan subsidiarios o residuos tóxicos (39,48).

No hay duda de que hay buenas y válidas razones para la existencia de listas permitidas para prevenir la incorporación de sustancias peligrosas para el consumidor en productos comestibles, por lo cual fue necesario decidir internacionalmente cuales tintes eran adecuados para usarse en alimentos. Algunos países no tienen restricción alguna en el uso de materiales colorantes en alimentos, un grupo más amplio tiene una pequeña lista prohibitiva de materias colorantes, y el resto tiene una lista limitada de materias colorantes que ellos permiten para su uso en alimentos (84).

Uno de los problemas que afectan el uso de los colorantes a nivel mundial, es la variación en la interpretación de la información sobre toxicología, particularmente en las deficiencias de las metodologías, extrapolaciones e interpretación de las pruebas a corto plazo (48).

Certificado por la FDA (Food and Drug Administration) de los E.U.A., no implica únicamente que el tinte por si mismo es inocuo, sino que no está contaminado con sustancias tóxicas. Esta agencia ha establecido especificaciones rígidas para cada color de alquitrán de hulla permitido. El límite máximo para todos los colores FD&C (Food, Drug and Cosmetic) para Arsénico (como  $As_2O_3$ ) es 0.00014%, y para Plomo es 0.001%. Solamente se permiten trazas de otros metales pesados precipitables, como sulfuros, y no son permitidas lacas de bario.

En la tabla 3.2 se presentan los Aditivos de Color Certificados enlistados permanente o provisionalmente por la FDA para su uso en alimentos (49).

TABLA 3.2  
ADITIVOS DE COLOR CERTIFICADOS

| ADITIVO DE COLOR   | RESTRICCIÓN DE USO  |
|--|---|
| <u>Enlistados Permanentemente</u>  |   |
| FD&C Azul No. 1  | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Rojo No. 3 <sup>+</sup>   | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Amarillo No. 5  | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Rojo No. 40 y Laca  | Para alimentos, medicamentos y-cosméticos                                 |
| FD&C Verde No. 3   | Para alimentos, medicamentos y-cosméticos                                 |
| Rojo Cítrico No. 2   | Menos de 2 p.p.m. para colorear la cáscara de las naranjas exclusivamente |
| <u>Enlistados Provisionalmente</u>                                       |   |
| FD&C Azul No. 1 Laca   | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Rojo No. 3 Laca <sup>+</sup>  | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Amarillo No. 5 Laca   | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Verde No. 3 Laca  | Para alimentos y medicamentos - ingeribles                                |
| FD&C Azul No. 2 y Laca   | Para alimentos, medicamentos y-cosméticos                                 |
| FD&C Amarillo No. 6 y Laca   | Para alimentos, medicamentos y-cosméticos                                 |
| + La FDA se encuentra reevaluando la seguridad del Rojo No. 3 y su laca. |   |

En México, se permite la mezcla de colorantes entre sí, para -- obtener determinadas tonalidades cromáticas, siempre y cuando no --- constituyan un riesgo para la salud; y también se permite adicionar a la mezcla de colorantes, vehículos o excipientes inocuos, tales -- como: cloruro de sodio, sulfato de sodio, azúcares, dextrina, acei-- tes y grasas comestibles, glicerina, propilenglicol y otros cuya i-- nocuidad se demuestre previamente a la Secretaría de Salud.

Los Colorantes Artificiales para alimentos permitidos en México por la Secretaría de Salud son (55):

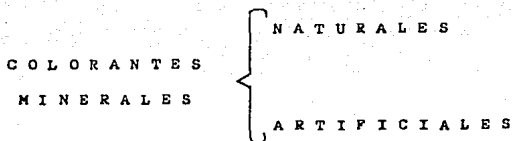
- a) Amarillo No. 5
- b) Amarillo No. 6
- c) Rojo No. 5
- d) Rojo No. 6
- e) Azul No. 1
- f) Azul No. 2
- g) Rojo Cítrico No. 2 (sólo se permite para colorear la corteza de la naranja)
- h) Rojo No. 3
- i) Rojo No. 40
- j) Verde No. 3

### 3.6 COLORANTES MINERALES

#### 3.6.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Son cuerpos colorantes inorgánicos que se encuentran en la naturaleza completamente formados o se preparan artificialmente. La mayor parte de los colores minerales que se encuentran en la naturaleza reciben el nombre de Colores Téreos. Son productos insolubles en agua, que se aplican, casi exclusivamente por medio de un adhesivo, sobre aquellos objetos que se desea adquieran una superficie colorada. No manifiestan afinidad alguna para las fibras vegetales y animales. Se utilizan mucho para la pintura de exteriores e interiores, pintura fina (artística), etc. (9,79).

## 3.6.2 CLASIFICACION



Con una misma composición química puede existir una considerable diferencia en las propiedades físicas de los colores minerales - naturales y artificiales, que se manifiesta, por ejemplo, en el tono, en la transparencia, en la fuerza cubridora, en la densidad, --- etc., y que a menudo pueden ejercer una influencia decisiva en la - posibilidad de su aplicación industrial y artística (79).

## 3.6.2.1 COLORANTES MINERALES NATURALES

## 3.6.2.1.1 DESCRIPCION:

En numerosos lugares del Globo y especialmente en su superficie existen minerales de bastante pureza y coloración uniforme, cuya calidad morfológica se apropia bien para trabajarlos en polvo fino, -- que puede utilizarse como polvo colorante. Estas sustancias así obtenidas, se designan con el nombre de Tierras Colorantes, de las cuales se obtienen como productos finales los Colorantes Térreos. Las - tierras colorantes se presentan, bien en forma de yacimientos de poca consistencia, arcillosos y más o menos pulvulentos, bien consti- tuyendo masas pétreas, duras y quebradizas de estructura cristalina, o bien, finalmente, adoptando todas las gradaciones intermedias. En- todo caso, deben estar lo más exentas posible de minerales extraños, ganga, arena, etc., formar una masa lo más homogénea posible y ser - asimismo de coloración bastante uniforme. A veces se ofrecen en la - misma forma en que se extraen de las minas o canteras y se expenden- en el comercio en bruto, pero más generalmente se preparan mediante- trituración, lavado, secado, molido, tamizado, etc. (9,33).



### 3.6.2.1.2 CLASIFICACION:

Estos colorantes se clasifican de acuerdo a su coloración.

- a) Pigmentos Téreos Blancos
- b) Pigmentos Amarillos y Rojos
- c) Pigmentos Téreos Pardos
- d) Pigmentos Téreos Verdes
- e) Pigmentos Téreos Grises y Negros

### 3.6.2.2 COLORANTES MINERALES ARTIFICIALES

#### 3.6.2.2.1 DESCRIPCION:

Se da el nombre de colores minerales artificiales a cuerpos colorantes que en su mayor parte existían en la naturaleza completamente formados pero no puros y más tarde han sido imitados por vía sintética. Como en este caso se podía disponer de primeras materias más puras, los productos resultaron con una entonación más viva y más -- limpia que la que ofrecían los productos naturales, y muchos colores naturales que antes eran muy costosos y raros se fabrican hoy industrialmente en cantidades ilimitadas y a precios relativamente baratos (por ejemplo, el ultramar, el cinabrio, y otros varios). Pero -- también salen de las fábricas como colores minerales artificiales un gran número de otros colores cuya preparación no nos ha enseñado la naturaleza. Casi siempre, son colores insolubles, mezclados con un aglomerante, por ejemplo, laca, aceite de linaza, lechada de cal, vidrio soluble, etc., en los que no se disuelven. Se utilizan mucho para pinturas de exteriores e interiores (9,79).

#### 3.6.2.2.2 CLASIFICACION

##### 3.6.2.2.2.1 CLASIFICACION POR ORIGEN:

- a) Colores de Cadmio
- b) Colores de Cobalto
- c) Colores de Cobre
- d) Colores de Cromo
- e) Colores de Hierro
- f) Colores de Manganeseo
- g) Colores de Plomo
- h) Colores de Zinc
- i) Colores de Wolframio

#### 3.6.2.2.2 CLASIFICACION POR COLORACION:

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| a) Colores Blancos | b) Colores Amarillos |
| c) Colores Azules  | d) Colores Verdes    |
| e) Colores Rojos   | f) Colores Pardos    |
| g) Colores Negros  |                      |

#### 3.6.3 TOXICOLOGIA Y LEGISLACION

En los E.U.A. de acuerdo a la FDA (Food and Drug Administration) los colorantes minerales se clasifican dentro del grupo de los llamados Aditivos de Color No Certificados, y por lo tanto están exentos de certificación basada en análisis químicos de la FDA. Los requerimientos de la FDA de que los colores naturales para alimentos debenser "sujetos a revisión", se ha aplicado también a los colores minerales. Por ejemplo, la seguridad del negro de carbón fue cuestionada en 1977, por la posibilidad de que éste pudiera contener ciertos --- hidrocarburos aromáticos polinucleares que son cancerígenos. Esto no implica que el negro de carbón actualmente contenga estos compues--- tos, únicamente que bajo los procesos específicos de prueba los fa--- bricantes no fueron capaces de probar que no lo fueran. El volumen - de negocios no era justamente lo suficientemente grande para finan--- ciar pruebas más exhaustivas, así que el negro de carbón fue sim--- plemente removido de la lista de colores aprobados para alimentos -- (38).

El uso de colores minerales en alimentos es muy pequeño, principalmente porque muchos de ellos son venenosos.

En la tabla 3.3 se presentan los Colorantes Minerales Enlista--- dos Permanentemente por la FDA para su uso en alimentos y piensos -- (49).

TABLA 3.3

## COLORANTES MINERALES ENLISTADOS PERMANENTEMENTE

| ADITIVO DE COLOR            | RESTRICCION   |
|-----------------------------|---|
| Azul Ultramarino            | Para dar color a la sal destinada para alimento animal- (máximo 0.5%) |
| Dióxido de Titanio          | 1% Máximo   |
| Oxido de Hierro (Sintética) | En alimentos para perros y - gatos únicamente                         |

En México, los Colorantes Orgánico Mineral y Mineral Permitidos por la Secretaría de Salud son (55):

- a) Gluconato Ferroso
- b) Dióxido de Titanio

Se permite la mezcla de colorantes entre sí, para obtener determinadas tonalidades cromáticas, siempre y cuando no constituyan un riesgo para la salud (55).

Se permite el empleo de colorantes inorgánicos en la fabricación de esmaltes, tintes, vidriados o acabados semejantes, destinados al exterior de recipientes impermeables para comestibles, bebidas y similares, siempre y cuando puedan resistir la ebullición por veinte minutos en solución al 4% de ácido acético, sin poner en libertad huellas de plomo, arsénico, cadmio o algún otro elemento o compuesto tóxico (55).

### 3.7 ACHIOTE

#### 3.7.1 HISTORIA

El Achiote es una planta originaria de América Tropical, que actualmente se ha introducido y naturalizado a través de la mayor parte del mundo tropical. Se muestra en la figura 3.2.



FIGURA 3.2 ACHIOTE

Los cronistas de la Nueva España le daban el nombre de Achiotl o Chiotl. El Padre Sahagún refiere que había un color colorado blanquecino llamado chiotl, que crecía en tierras calientes y cuya flor-molida era medicinal para la sarna. Fray Francisco Ximénez describe ampliamente al árbol llamado chiotl, mencionando que era muy apreciado por los indios, entre otras razones porque su simiente era útil para los pintores que tomaban de ella un color de grana; también era usado en medicina por sus propiedades para disminuir la calentura, se empleaba como desinflamatorio y diurético, para aminorar el dolor de los dientes y para favorecer la digestión. Mezclado con las cortezas del cacao servía para detener las hemorragias y con él se hacía una bebida para mitigar la sed. Igualmente se utilizaba para dar color a las tablillas de chocolate y como sustituto del azafrán en la comida. Otra aplicación era en la tinción de lienzos. El Padre Clavijero indica que el fruto del achiote servía antiguamente para los --

tintes, con la corteza del árbol se hacían cuerdas, y de la leña se sacaba fuego por medio de la fricción. El erudito Alcedo entre otras cosas dice que del fruto de este árbol que eran unos granitos encarnados como el vermellón y de figura cónica, en un erizo blando de tres dedos, se hacía una pasta que se usaba para los condimentos en lugar de especie, y se traía mucha cantidad de Europa para los tintes. Francisco Hernández, historiador y médico de Felipe II, consideraba que servía como febrífugo, astringente, antidisentérico, diurético, afrodisíaco y contra las quemaduras y la erisipela. El europeo Rochefort, menciona que los indígenas del Caribe lo usaban como colorante ornamental para la piel. Galindo y Villa dicen que de su fruto se hacía una bebida refrigerante y una pasta roja para teñir.

Los mexicanos de la tierra de Anahuac, de los granos del achiote cocidos en agua hacían el color de escarlata. Los aztecas teñían el algodón con tintes que obtenían de algunos vegetales, el rojo provenía de las semillas del achiote. Los nahuatlís lo utilizaban para teñir telas, paredes, muebles, plumas vistosas y sus cuerpos, no se sabe si lo cultivaban, o simplemente recolectaban las plantas que crecían silvestres. Los indígenas de Santa Marta se pintaban las mejillas y la nariz por medio del achiote. Las antiguas culturas del Perú utilizaban el achiote para obtener el color rojo que aplicaban a las telas. Hasta tiempos cercanos, las tribus del río Amazonas lo empleaban como colorante para artesanías y como protección cutánea contra el sol y los mosquitos. Algunos indígenas sudamericanos preparaban una bebida con él y el colorante servía como ingrediente para productos culinarios. Se dice que los guerreros prehispánicos se pintaban el cuerpo con achiote, no sólo por ostentación o para amedrentar al enemigo, sino para librarse de los mosquitos, que al parecer repelen esta sustancia. Todavía hoy, los indígenas de algunos pueblos colombianos se embadurnan las piernas con una mezcla de achiote y resina y luego se pegan el vello de diversas semillas para hacerse una especie de medias protectoras. En Yucatán era y sigue siendo un im-

portante condimento, el cual podía usarse aisladamente o formando --salsas, dependiendo de los platillos, por ejemplo el chirmole, donde se mezclaban achiote, chile, pimienta y jitomate. El pigmento de esta planta fue antiguamente empleado en la tinción de cosméticos, cue ro y textiles, sin embargo estas aplicaciones son raras en nuestros días.

### 3.7.2 CARACTERISTICAS GENERALES

#### 3.7.2.1 ETIMOLOGIA

La palabra Achiote deriva del vocablo azteca "achiotl o achiyotl" que a su vez provienen de "achtli" - semilla, más "iyotia" - brillar, significando "semilla brillante". También se menciona que puede venir de "atl" - agua, más "chía" - grasa, más "otl" - camino usado como terminal genérica, significando entonces "semilla que engrasa el agua", propiedad que tiene en efecto el achiote (72).

#### 3.7.2.2 SINONIMOS

Se conoce también con los nombres de achiotl, achioti, achote, - achiotillo, achotillo, achiotero; bixia; changuarica, chacanguarica, acanguarica, changarica; pumacua, dumaqua; bosh, ku-zub; urucú, rucú uruca; terra orellana, terra orleana, terre orleana, orleans, orellan, orenetto, orenotto, orlean, orenotto; rouson; attalo; en francés rocon; en inglés annatto, annotta, arnotta, arnatto, anatta, arnato, anato, anoto; en los países del Caribe se llama bixa o bija; o noto en la costa norte de Sur América; cacicuto en Cuba; rocón o rocú en las Guyanas; bichet, emátabi en lengua caribe; y achuete en Filipinas.

#### 3.7.2.3 NOMBRE CIENTIFICO

Su nombre científico es Bixa orellana Linn

#### 3.7.2.4 FAMILIA BOTANICA

Pertenece a la familia Bixaceae

### 3.7.2.5 CLASE

Pertenece a la clase Carotenoide

### 3.7.2.6 DESCRIPCION Y HABITAT

El achiote puede llegar a ser un arbusto largo de 6 a 8 m, o -- crecer como un árbol pequeño de 2 a 5 m de altura, dependiendo de la región ecológica y de la edad de la planta. Posee tallo redondo de -- color verde o rojo, corteza ligeramente fisurada y numerosas lenticlas. Hojas alternas, enteras, en forma de corazón y terminadas en -- punta, hasta de 20 cm de longitud, con bordes lisos y largos pecio-- los, cordiformes o truncadas en la base. Las inflorescencias son co-- rimbos con flores de 6 ó 7 cm de diámetro, en grupos terminales, que llevan cada uno de 2 a 4 flores bisexuales, provistas de estambres -- numerosos. Existen dos variedades, una de flor blanca con cápsulas -- verdosas, y otra, de flores rosadas y cápsulas rojizas, siendo esta-- última la que se cultiva en México. El fruto consiste de una cápsula de unos 5 cm de largo aproximadamente, de color rojo oscuro, en for-- ma de halo lunar o una cápsula cubierta con espinas carnosas. Las -- cápsulas pueden variar en tamaño y apariencia, pudiendo ser circula-- res o alargadas con terminación en punta. Por dentro están usualmen-- te divididas en dos valvas que pueden contener de 10 a 50 semillas -- pequeñas, aproximadamente del tamaño de las semillas de la uva. Exis-- ten sin embargo, arbustos ocasionales que producen numerosas cápsu-- las con tres valvas conteniendo más semillas de lo normal. Las semi-- llas, casi triangulares, comprimidas, están rodeadas por un tegumen-- to carnoso de color rojoanaranjado (3,17,37,44,74,85).

Las diferentes partes de que consta esta planta se ilustran en la figura 3.3 (42).

El achiote es una planta peculiar de la tierra caliente de los trópicos que crece silvestre entre la vegetación secundaria derivada del bosque tropical perennifolio. Se desarrolla mejor en los trópi-- cos cálidos y húmedos; tiene una amplia distribución, que va desde -- los 50 hasta los 100 m.s.n.m., sin embargo puede florecer bien en al

titudes superiores a los 1250 m, con la condición de que haya una abundante y buena distribución pluvial. Prospera en climas muy diversos pero preferentemente cálidos-húmedo, semicálidos y templados. Se adapta a una gran variedad de suelos, menos a los pantanosos. Un suelo arenoso rico con humedad adecuada es ideal. Resiste bien a la sequía, aunque si es severa se desfolia, pero en las primeras lluvias se repone rápidamente. No soporta el frío y crece mejor expuesta al sol que a la sombra, requiriendo temperaturas entre 24 y 30°C. En México vive en climas cálidos como Veracruz, Campeche, Tabasco, Yucatán, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Nayarit, Sinaloa, Guerrero, Puebla, Michoacán, Jalisco y Morelos (4,5,17,27,37,72,74).



FIGURA 3.3 BIXACEAE. BIXA ORELLANA: a, INFLORESCENCIA, X 1/3; b, FLOR, X 1/2; c, --- FLOR, SECCION VERTICAL, X 1/2; d, OVARIO, - SECCION TRANSVERSAL, X 2; e, FRUTO, X 1/2.

### 3.7.2.7 CULTIVO Y COSECHA

El achiote es una planta fácil de propagar, que recientemente está siendo cultivada con buen éxito en tierra agotada por el cultivo del café. Bajo cultivo las especies se propagan por semillas, preferentemente provenientes de cápsulas de cosechas frescas y maduras (37,44,73).

Se cultiva en Brasil, en la Guyana, en la India, en México, en las Antillas, en Cayena, en Guadalupe, y en Ceilán.

El terreno empleado para su cultivo debe ser previamente preparado, mediante una limpieza apropiada, y haciendo hoyos de 50X50X50 centímetros, para trasplantar los árboles jóvenes del vivero (almácigo). Los hoyos son abiertos del lado izquierdo por uno o dos meses-



y posteriormente rellenos con tierra de buena calidad y algún abono. Antes de plantar las semillas pueden ser remojadas en agua para ablandarlas y ayudar a favorecer la germinación. Son sembradas en camas de cultivo o directamente en el terreno. El sitio del almácigo debe ser bajo la sombra, porque a pesar de que el árbol maduro es resistente, las plantas jóvenes son delicadas. Debe ser bien preparado y excavado profundamente debido a que la planta proveniente de semillas tiene una raíz larga. Las semillas son sembradas a una profundidad de 2.5 cm con intervalos de 10 cm en la hilera con 25 cm de espacio entre las hileras. Cuando las plantas aparecen por encima del suelo, son entresacadas a intervalos de aproximadamente 10 cm en las hileras. Crecen rápidamente y en aproximadamente cuatro meses tienen de 15 a 25 cm de alto, estando listas para el trasplante. Es mejor si se hace en un periodo húmedo, teniendo mucho cuidado de no dañar las raíces o quemarlas con cualquier sol fuerte. La distancia entre los arbustos varía con respecto al suelo, en colinas de tierras pobres es de 1.80 m y en las tierras ricas de los bajos es de 3.5 a 5 m; se recomienda darle de dos a tres deshierbes en la época lluviosa. También se pueden hacer plantaciones poniendo tres o cuatro semillas en el lugar definitivo y una vez que las plantas alcanzan unos 25 a 50 cm, se arrancan las débiles y se deja la planta más vigorosa. Teniendo la precaución de que la tierra está siendo bien cavada y limpiada de antemano, una vez que la planta joven está bien establecida en el terreno, no se requiere otra especial atención más que una limpieza periódica y una poda ocasional (37).

Esta planta florece en febrero y agosto, obteniéndose dos cosechas por año. Bajo condiciones favorables de fructificación, la formación de cápsulas comienza a los 18 meses desde el momento en que se plantó, algunas veces antes, teniéndose un rendimiento aproximado de 112 Kg por hectárea, y cosechas llenas de semillas son obtenidas después de tres o cuatro años. La planta entonces continúa rindiendo semilla por muchos años. Las cápsulas del fruto son cosechadas cuando han adquirido un matiz rojizo y empiezan a abrirse. Los racimos -

deben ser cortados limpiamente con cercenadores afilados adecuados - justo arriba del primer nodo bajo el racimo. De esta forma una segunda cosecha puede ser recolectada de esa rama en el mismo año. Las cápsulas cosechadas son esparcidas sobre telas o esteras y se permite que se sequen completamente en el sol. Deben ser volteadas de vez en cuando y protegidas de la lluvia y noches húmedas (rocío). Se dice que de cuatro a diez días son suficientes para completar el secado y es entonces cuando las cápsulas se pueden abrir. Las cápsulas ya secas se colectan en costales y se golpean con un garrote para que suelten las semillas. Finalmente son separadas de las cápsulas llenas y pasadas a través de un tamiz. Las semillas pueden ser adicionalmente tamizadas o agitadas a mano o en una máquina para librar las de partículas finas de basura o polvo. Una agitación mecánica puede sin embargo estropear la coloración de la semilla. Es importante que las semillas sean rápida y eficientemente secadas debido a que esto tiene una importante relación en la determinación de la calidad final del producto. El secado debe ser justamente suficiente para prevenir que las semillas se tornen mohosas en el tránsito, no obstante el secado excesivo destruye el color y tiende a reducir el valor del tinte. Ya secas, las semillas son de color marrón. El objetivo debe ser vender el material con un color fresco, brillante, y para garantizar esto, se sugiere que las bolsas usadas para empacar deben ser forradas con papel impermeable. La transferencia de las semillas para envío debe ser tan rápida como sea posible, porque el color es destruido por exposición a la luz y el almacenamiento prolongado. El producto viejo es por consiguiente menos valioso que la semilla fresca (4,37).

### 3.7.2.8 PRODUCTO DERIVADO

El achiote es una planta silvestre que ha sido introducida al cultivo debido a que en la región superficial de sus semillas se encuentra un pigmento de color rojo-naranja, conocido comercialmente como Extracto de Achiote, el cual es inofensivo, comestible y no con

tiene carcinógenos, por lo que se le prefiere a las tintas sintéticas, siendo muy apreciado en la industria alimentaria, de los cosméticos y de las bellas artes (17).

El Extracto de Achiote es un extracto preparado de las semillas de la Bixa orellana L., con alguna o varias de las sustancias combinadas que enseguida se mencionan de grado alimenticio: solución acuoso-alcalina, propilenglicol-alcalino, alcohol etílico o sus soluciones alcalinas, aceites o grasas vegetales comestibles, mono y diglicéridos derivados de la glicerólisis de aceites o grasas vegetales - comestibles. Existen dos tipos de extracto, el Extracto de Achiote - Acuoso y el Extracto de Achiote en Aceite. El extracto de achiote acuoso circula en el comercio preferentemente en forma de pasta consistente, de color pardo oscuro, en su interior de color rojo, la - bija de Cayena es la más estimada y la que se considera más rica en materia colorante, de la que debe contener de 10 a 12%, con no más - de 5% de cenizas, y que es importada en Europa por Burdeos, el Havre, Marsella y Lisboa; la bija de Bengala, comunmente seca no llega con frecuencia al 6% de materia colorante. Este extracto también circula en forma de polvo hidrosoluble, o en solución; algunas veces en pastillas o tabletas prismáticas, o bien en pequeños cilindros (achiote de Brasil) (26,30,34,53,77,79).

### 3.7.3 COMPOSICION Y PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

En la tabla 3.6 se presenta el Análisis Proximal del Fruto Entero, de la Cáscara y de la Semilla del Achiote sin extracción (5).

En la tabla 3.7 se indica el Contenido en Peso de la Semilla -- Madura (17).

El pigmento es extraído de la cubierta externa, la cual tiene - la composición típica mostrada en la tabla 3.8 (17).

En la tabla 3.9 se presenta el Análisis de la Pasta de Achiote- (44).

En la tabla 3.10 se indica el Análisis de la Pasta de Achiote - del Instituto de Nutriología (44).

TABLA 3.4

| CONTENIDO DE                | FRUTO ENTERO (%) | CASCARA (%) | SEMILLA (%) |
|-----------------------------|------------------|-------------|-------------|
| Humedad                     | 14.4             | 10.2        | 13.1        |
| Proteína Cruda (NX6.25)     | 10.6             | 10.1        | 13.1        |
| Extracto Etéreo             | 7.3              | 9.3         | 2.8         |
| Fibra Cruda                 | 23.5             | 25.4        | 18.0        |
| Extracto Libre de Nitrógeno | 39.5             | 40.1        | 48.6        |
| Cenizas                     | 4.7              | 4.8         | 4.4         |

TABLA 3.5

|                      | CONTENIDO EN PESO |
|----------------------|-------------------|
| Semilla Interna      | 10%               |
| Capa o Recubrimiento | 22%               |
| Cubierta Externa     | 68%               |

TABLA 3.6

|          |  |
|----------|--|
| Celulosa | 40 - 45 %                                |
| Humedad  | 20 - 28 %                                |
| Azúcares | 3.5 - 5.2 %<br>(40% de estos es sucrosa) |
| Pigmento | 4 - 4.5 %                                |

La Bixa orellana L. presenta una concentración altísima de carotenoides, siendo de cerca de 150 g/kg (5).

El contenido de colorante en el achiote es de 5 a 8%, alcanzando en ciertos cultivos hasta un 19% del peso total de semilla empleada con 0% de humedad (4).

El colorante de achiote está constituido principalmente por dos pigmentos que son la Bixina y la Orellina; también presentes aunque-

en mucho menores cantidades están algunos componentes relacionados, -  
incluyendo a la lábil Norbixina (37).

TABLA 3.7

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| Humedad      | 13.000 %        |
| Cenizas      | 7.972 %         |
| Glucosa      | 8.547 %         |
| Nitrógeno    | 2.952 %         |
| Albuminoides | 18.450 %        |
| Celulosa     | <u>49.079 %</u> |
|              | 100.000 %       |

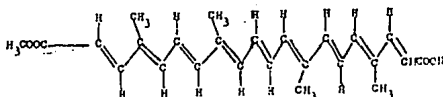
TABLA 3.8

|                  |              |
|------------------|--------------|
|                  | g %          |
| Humedad          | 8.00         |
| Cenizas          | 4.50         |
| Proteínas        | 14.24        |
| Grasas           | 3.96         |
| Celulosa         | 13.80        |
| Carbohidratos    | <u>55.50</u> |
|                  | 100.00       |
| <b>MINERALES</b> | mg %         |
| Calcio           | 229.00       |
| Fósforo          | 220.00       |
| Hierro           | 6.46         |
| <b>VITAMINAS</b> | mg %         |
| B Caroteno       | 0.34         |
| Tiamina          | 0.09         |
| Riboflavina      | 0.22         |
| Niacina          | 1.46         |
| Acido Ascórbico  | <u>12.50</u> |

## 3.7.3.1 B I X I N A

Este pigmento conocido igualmente con el nombre de Bixeno, es el principal carotenoide que forma la materia colorante de las semillas del achiote, constituyendo del 70 al 80% de ésta, por cuya razón la calidad del colorante comercial está en función de la bixina. Una parte de bixina es equivalente a 1.5 partes de caroteno (4,33).

La bixina tiene la composición empírica  $C_{25}H_{30}O_4$ , establecida por primera vez por Heiduschka y Panzer. Está plenamente confirmado que la bixina es el éster monometílico de un ácido dicarboxílico no saturado, de 24 átomos de carbono, con peso molecular 394.5, y cuya estructura se muestra enseguida:



BIXINA

Kuhn y Winterstein sugirieron la fórmula estructural de la bixina, la cual fue confirmada por P. Karrer al sintetizar el perhidroderivado. La bixina fue el primer compuesto de este tipo donde se evidenció la estereoisomería. En 1923, J. Herzig y F. Faltis, aislaron accidentalmente un nuevo compuesto al que llamaron  $\beta$ -Bixina. Presentaba un punto de fusión más alto, mayor estabilidad y máximos de absorción a longitudes de onda mayores que la bixina conocida. Más tarde, Karrer demostró que la bixina natural puede ser convertida en la forma  $\beta$  por tratamiento con yodo. De aquí dedujo que las dos bixinas no eran más que isómeros cis-trans; ambos compuestos daban el mismo dihidroderivado que al ser oxidado al aire, se obtenía exclusivamente  $\beta$ -Bixina. Estos dos isómeros han recibido diferentes nombres: --- a) Bixina ordinaria, bixina natural, cis-bixina, bixina lábil,  $\alpha$ -bixina; b) Isobixina, bixina estable, trans-bixina,  $\beta$ -bixina (33,46). Estos estereoisómeros dan origen a dos series de compuestos deriva---

dos de la cis-bixina y de la trans-bixina, los cuales se indican en la tabla 3.9 (33).

TABLA 3.9

| Fórmula   | Configuración | Punto de Fusión | Nombre               |
|---|---------------|-----------------|----------------------|
| $C_{22}H_{34}(COOH)_2$  | cis           | 254-255° C      | Norbixina lábil      |
| $C_{21}H_{32} \begin{matrix} COOCH_3 \\ COOCH_3 \end{matrix}$ | cis           | 163-164°        | Metil bixina lábil   |
| $C_{21}H_{32} \begin{matrix} COOCH_3 \\ COOH \end{matrix}$    | cis           | 196°            | Bixina lábil         |
| $C_{22}H_{34}(COOH)_2$  | trans         | 300°            | Norbixina estable    |
| $C_{21}H_{32}(COOCH_3)_2$                                     | trans         | 200-201°        | Metil bixina estable |
| $C_{21}H_{32} \begin{matrix} COOCH_3 \\ COOH \end{matrix}$    | trans         | 220°            | Bixina estable       |

La bixina se encuentra en el achiote en su forma cis exclusivamente, mientras que la forma trans se prepara artificialmente por --tratamiento con yodo, iluminación o calentamiento de la cis-bixina. La forma cis cristaliza en prismas violeta intenso de brillo metálico que funden a 189°C, y en rombos rojo parduzcos o rojo oscuros de brillo metálico de acetato de etilo, los cuales si se calientan rápidamente funden a 198°C pero lentamente lo hacen a 191.5°C. Es insoluble en agua, soluble en caliente en alcohol, cloroformo, piridina, quinoleína, nitrobenzono, y fácilmente soluble en álcalis, grasas y aceites. El ácido sulfúrico concentrado disuelve la bixina dando un líquido de color azul intenso, y la disolución vira al verde por adición de agua; esta reacción es característica y la dan las menores cantidades de la substancia, lo que se utiliza para detectar vestigios de ella. La sal monosódica cristaliza con color rojo cobrizo de su solución etanólica, mientras que la sal monopotásica lo hace en prismas de color violeta intenso e insolubles en agua (1,33,34,36, --77,79).

La bixina es un pigmento sensible a la luz, que resiste los ácidos y álcalis diluidos. Como se deduce de su fórmula, es muy susceptible

ble a la oxidación, y el agua oxigenada lo decolora y, aunque lentamente, el aire lo hace también. Esta última reacción es catalizada por la luz. El achiote actúa como donador de hidrógeno o como aceptor de oxígeno, es decir, puede ser oxidado por ciertos agentes débilmente oxidantes. Así, el azul de metileno y el achiote se blanquean entre sí. Si el achiote se protege contra el aire no es atacado por los agentes reductores como el ácido sulfhídrico y el dióxido de azufre. Presenta buena estabilidad a temperaturas no mayores de 100°C. Se deteriora más rápidamente en frascos de vidrio que en botellas de acero, en estos últimos envases, las pérdidas en tres años son del orden del 10%. Puede conservarse largo tiempo sin sufrir alteración, en el vacío (1,5,33).

La forma trans cristaliza de ácido acético, piridina o acetona, en láminas que funden a 216-217°C con descomposición. Su solubilidad es, en general, menor como corresponde a los isómeros trans (33).

### 3.7.3.2 N O R B I X I N A

Es el ácido dicarboxílico libre de la bixina, cuya fórmula química es  $C_{24}H_{28}O_4$ . La forma trans se obtiene saponificando la bixina natural a la ebullición con solución de hidróxido de potasio e hidrolizando con solución acuosa de ácido clorhídrico.

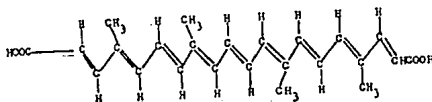
La forma cis se obtiene en la misma forma, pero haciendo la saponificación en frío.

La forma trans cristaliza en hojas brillantes azul rojizo de piridina, es muy poco soluble en los solventes orgánicos, aún su sal alcalina se disuelve mal en agua. Se esterifica fácilmente por la acción del diazometano o del sulfato de metilo. Es bastante estable al aire.

La forma cis cristaliza en agujas rojas de ácido acético que funden a 250-255°C, es bastante soluble en piridina; ácido acético, etanol, poco soluble en cloroformo y casi insoluble en éter. Su sal alcalina es soluble en agua. No es estable al aire. Si se hierve con un exce-



so de amoníaco y  $TiCl_3$  se forma la dihidro, tetrahidro o hexahidro--norbixina dependiendo del tiempo de ebullición y de la proporción de  $TiCl_3$  empleado (30,33,46).



NORBIXINA

### 3.7.3.3 B I X A N O

Es el hidrocarburo base de la bixina, cuya fórmula química es - $C_{24}H_{50}$ . Se prepara por hidrogenación catalítica de la bixina o la metilbixina en solución acética empleando como catalizador paladio precipitado sobre sulfato de bario. Karrer y W. Forter partieron de la metilbixina y el perhidroderivado obtenido lo redujeron con  $LiAlH_4$  a 1:20 dihidroxibixano. Los grupos OH fueron eliminados por ebullición con solución acuosa de ácido bromhídrico en tubo cerrado durante 15-horas y a temperatura de  $130^\circ C$ . Del derivado dibromado, por calentamiento con polvo de cinc y ácido acético durante 14 horas a  $100^\circ C$ , -se eliminó el bromo. Es un líquido incoloro, móvil con punto de ebullición  $145^\circ C$  y  $N^{20}=1.4506$ . Es el 4,8,13,17 tetrametileicosano, con fórmula estructural (33):

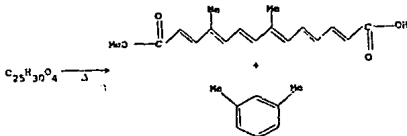


BIXANO

El producto de origen natural es idéntico al sintético. Es notable que se obtenga por síntesis precisamente la configuración correcta cuando se trata de un compuesto que contiene cuatro átomos de carbono asimétricos, y son posibles hasta seis formas inactivas (46).

## 3.7.3.4 ORELLINA

La orellina forma cristales de color amarillo, solubles en agua y alcohol cuyo poder de tinte es menor que la bixina. Allen y Kerndt sugieren que este pigmento deriva de la oxidación de la bixina por lo que también la denominan xantobixina. Osteraas y Olsen han preparado una tinta amarilla soluble en agua que es transparente y no penetra el papel, resistente al calor y a la acción oxidante de los peróxidos, estable a la luz ultravioleta y que no cambia de color al ser calentada a 100°C en ausencia o presencia de peróxidos en períodos que van de tres minutos a una hora, y que únicamente pierde color al ser expuesta a la luz solar bajo techo por doce semanas; consideran que este pigmento amarillo es un producto de degradación. Ellos determinaron un alto contenido de tinta amarilla en semillas -- con ocho años de almacenamiento, en contraste con las semillas frescas, por lo que piensan que la cantidad de este pigmento se incrementa con el tiempo, además de la diferencia que se puede atribuir a las variaciones genéticas y climatológicas. McKeown sugiere que la bixina es inestable y forma esta sustancia amarilla (orellina) y meta-xileno durante la extracción térmica, ya que el espectro de absorción muestra poco contenido de este pigmento antes de realizar la extracción:



Todo lo anterior ha sido demostrado por las bandas de los espectros de absorción. Estos pigmentos amarillos del achiote se determinan en una absorción máxima a 403 - 428 m $\mu$ . La orellina tiene un peso molecular de 380.1 (4,30,44).

### 3.7.3.5 EXTRACTO DE ACHIOTE ACUOSO

El principal compuesto colorante es la sal disódica o dipotásica de la norbixina. Es una dispersión alcalina roja. Las preparaciones hidrosolubles contienen de 0.1 a 3% de norbixina en hidróxido de potasio acuoso (26,30).

### 3.7.3.6 EXTRACTO DE ACHIOTE EN ACEITE

La bixina, el principal compuesto colorante, es el monometil--éster de la norbixina. Contiene numerosos carotenoides, de los cuales la bixina es la principal materia colorante. Puede contener desde 0.2 hasta 30% de carotenoides expresados como bixina. Al menos --30% de los carotenoides presentes son bixina, probablemente en la --forma. Este extracto es una solución o suspensión roja (30).

### 3.7.4 USOS

Las partes utilizadas del achiote son la pulpa (arilo) que cubre la semilla, el aceite de las mismas, y en algunos casos las hojas, las ramas y la corteza. Los usos que tiene este cultivo son variados. Algunos indígenas de América del Sur usan el achiote para embadurnarse y defenderse así del piquete de los mosquitos. Se le atribuyen propiedades medicinales como estomáquico, antidisentérico, febrífugo y astringente. Una pasta hecha con las semillas, disueltas en aceite, se aplica a las quemaduras. Las hojas picadas y maceradas en corta cantidad de agua producen una sustancia gomosa, que se dice tiene propiedades diuréticas y antigonorréicas. La misma sustancia tomada en poción es purgante y desinflamatoria. En Yucatán se dice que las semillas son antídoto del "piñoncillo" (Jatropha curcas) y de la "yuca" (Manihot esculenta). Se asegura que el aceite que contienen las semillas puede usarse con buen éxito contra la lepra, en lugar del aceite de chalmougra, y a ese respecto se han hecho algunos estudios en América Central. Dado que la planta que produce el aceite de chalmougra (Gynocardia odorata) pertenece a la misma fami--

lia que el achiote, no es difícil que, en efecto, tenga éstas propiedades análogas. De las ramas se obtiene una goma que es similar a la goma arábiga; la corteza contiene una fibra apropiada para cordelería (5,17,44,74).

El achiote tiñe en amarillo directamente las fibras de origen animal y vegetal, sin necesidad de emplear mordiente alguno; en tintorería se utiliza relativamente poco para teñir en anaranjado el algodón (ya sea directamente o bien empleando como mordiente las sales de estaño), usándose algo más para teñir la seda y la lana. En el estampado del percal se utiliza a veces para obtener tonos desde el chamamois hasta el anaranjado. Los colores con él obtenidos, de hermosa apariencia y de tonos vivos, no son muy sólidos a la acción de la luz, pero se conservan inalterables y resisten muy bien a los ácidos al jabón, al batonado y al cloro. Por el contrario, ofrece una grandísima importancia su empleo para colorear el papel, tapetes, la manteca, tanto natural como artificial (margarina), quesos (el queso de Chester principalmente), barnices, aceites (grasas), etc. Tratando la disolución obtenida por la acción de la lejía de sosa cáustica sobre el achiote, por el alumbre, se precipita una laca amarilla, y de la disolución resultante de tratar aquél con lejía de carbonato sódico, y tratamiento posterior con alumbre o sales de estaño, se precipita una laca de color anaranjado. Tratando el achiote con una solución alcalina da un color amarillo dorado que se precipita sobre la seda y el algodón no aluminados, pero el color es muy fugaz. También se usa como colorante en cerámica, y como cosmético (para pintarse los labios y las mejillas) (5,34,44,71).

El achiote es totalmente inocuo al organismo humano, por lo que su uso ha sido y es principalmente el de colorante de productos alimenticios, a los que les imparte un hermoso color amarillo o amarillo rojizo, según la concentración. Se utiliza primordialmente en la industria de productos lácteos para dar color a margarinas, mantequillas, quesos y helados. También se aplica a sopas, frituras, bebidas, embutidos, cereales, aderezos, productos de panificación y pas-

tas. De igual forma se emplea para la coloración de la yema del huevo de gallina, como colorante en el ahumado de pescado, y para dar color a fundas de bologna y frankfurtes. Cede su color a los cuerpos grasos, por lo cual se usa para teñir los aceites y las grasas. Se aplica en una proporción de 0.5 a 10 p.p.m. en alimentos terminados.

En México, principalmente en la región del sureste, también se usa como condimento al preparar una pasta que incluye especias (clavo, comino, pimienta), fécula y vinagre. Desde la región ístmica mejicana hasta el sur del continente se utiliza para dar color y sabor a ciertos guisos, desconociéndose todo uso de esta sustancia de allí al norte. Gentes tropicales frecuentemente usan el achiote en el arroz, para beneficiar la calidad de la dieta tropical, deficiente en vitamina A, por el tinte que contiene cerca de 2% de esta vitamina. A lo largo del Amazonas los indígenas lo emplean para colorear alfarería, como protección cutánea y para pintarse la cara. Los indios salvajes que habitan en las riberas del Yacaré, región del Marañan y Alto Amazonas, en el Perú, tienen la costumbre de pintarse el cuerpo con achiote. En Guatemala, la pasta de achiote es también muy utilizada como colorante en la preparación de ciertos alimentos típicos, por ejemplo, los tamales, el tiste y otros. El achiote es un material colorante vegetal empleado en las industrias alimentarias de Gran Bretaña, Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Nueva Zelanda y otros países con una industria láctea importante. Su principal aplicación es en la coloración de margarina, pero en los Estados Unidos es también utilizado en helados, productos de panadería y aceites comestibles. En Latinoamérica el achiote es usado como un condimento, friendo las semillas en grasa y utilizando el aceite coloreado para teñir arroz, estofados, caldos, etc. El achiote en las Filipinas está encontrando una amplia variedad de aplicaciones aparte de la coloración de alimentos; como ingrediente en cera para pisos, barniz para muebles y zapatos, brillo para uñas, laca para bronce o latón, aceite para cabello y tintes para madera (4,11,35,37,59,72,73,74).

### 3.7.5 PRODUCCION E IMPORTANCIA COMERCIAL

El rendimiento promedio por año es de 4.5 a 5 Kg de semillas se cas por árbol de achiote, pudiendo variar por factores como el suelo el clima, etc. De acuerdo al número de árboles por hectárea y otros factores que puedan afectar la producción, un rendimiento de 350 a - 700 Kg de semillas por hectárea puede ser esperado. Otros rendimientos que han sido obtenidos son los siguientes (37):

|                |   |
|----------------|---|
| India.....     | 600 Kg por hectárea   |
| Colombia.....  | 2000 Kg por hectárea. Rendimientos individuales de 4.5 a 9 Kg en árboles de --- tres años de edad   |
| Indonesia..... | Rendimientos individuales de 1 a 2.9 Kg- en árboles de tres años de edad de clo-- nes seleccionados |
| Kenya.....     | De 1100 a 2200 Kg por hectárea  |

Los mayores productores comerciales, en orden alfabético son: - Bolivia, Brasil, Ceylan, República Dominicana, Ecuador, Guyana, India, Jamaica, México y Perú. Siendo Jamaica, Ecuador, India y Brasil los principales productores a nivel mundial. Se produce en pequeña - escala en algunas partes de Africa, en Angola, Kenya y Tanzania. En Nigeria, El Salvador y Hawai se han conducido programas de crianza y cultivo con buenos resultados. En México, el rendimiento de semillas es de 112 Kg por hectárea en el primer año de cultivo. Los principales productores de la República Mexicana son Yucatán, Campeche y --- Quintana Roo.

Las producciones más recientes en México de las que se tiene información dada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, se detallan en la tabla 3.12 (50,51,52).

En realidad el colorante obtenido de achiote tiene mucha importancia y posee un elevado valor comercial en el mercado industrial. Debido a sus múltiples usos en el sector, siempre ha gozado de gran-

T A B L A 3.10

## PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

| E S T A D O    | CICLO: PRENNES                     |       |    | AÑOS: 80,81 y 85                    |       |    | RENDIMIENTO |    |      | PRODUCCION |    |    |
|----------------|------------------------------------|-------|----|-------------------------------------|-------|----|-------------|----|------|------------|----|----|
|                | SUPERFICIE SEMBRADA<br>(Hectáreas) |       |    | SUPERFICIE COSECHADA<br>(Hectáreas) |       |    | (Ton/HA)    |    |      | (Ton)      |    |    |
| A Ñ O 1980     |                                    |       |    |                                     |       |    |             |    |      |            |    |    |
|                | Riego Temporal                     | Total |    | Riego Temporal                      | Total |    | R.          | T. | T.   | R.         | T. | T. |
| Quintana Roo   | 2                                  | 0     | 2  | 0                                   | 0     | 0  | 0           | 0  | 0    | 0          | 0  | 0  |
| Yucatán        | 39                                 | 0     | 39 | 39                                  | 0     | 39 | 0.7         | 0  | 0.7  | 31         | 0  | 31 |
| Total Nacional | 41                                 | 0     | 41 | 39                                  | 0     | 39 | 0.7         | 0  | 0.7  | 31         | 0  | 31 |
| A Ñ O 1981     |                                    |       |    |                                     |       |    |             |    |      |            |    |    |
| Campeche       | 10                                 | 0     | 10 | 0                                   | 0     | 0  | 0           | 0  | 0    | 0          | 0  | 0  |
| Quintana Roo   | 2                                  | 0     | 2  | 2                                   | 0     | 2  | 1.5         | 0  | 1.5  | 3          | 0  | 3  |
| Yucatán        | 33                                 | 0     | 33 | 33                                  | 0     | 33 | 1.0         | 0  | 1.0  | 33         | 0  | 33 |
| Total Nacional | 45                                 | 0     | 45 | 35                                  | 0     | 35 | 1.02        | 0  | 1.02 | 36         | 0  | 36 |
| A Ñ O 1985     |                                    |       |    |                                     |       |    |             |    |      |            |    |    |
| Campeche       | 10                                 | 0     | 10 | 0                                   | 0     | 0  | 0           | 0  | 0    | 0          | 0  | 0  |
| Quintana Roo   | 2                                  | 0     | 2  | 2                                   | 0     | 2  | 1.5         | 0  | 1.5  | 3          | 0  | 3  |
| Yucatán        | 33                                 | 0     | 33 | 33                                  | 0     | 33 | 1.0         | 0  | 1.0  | 33         | 0  | 33 |
| Total Nacional | 45                                 | 0     | 45 | 35                                  | 0     | 35 | 1.02        | 0  | 1.02 | 36         | 0  | 36 |

demanda, en diferentes partes del mundo. Jamaica, Ecuador, Brasil y países colindantes, así como la India y Java son los principales países exportadores. Los países que importan la semilla son: Inglaterra, Estados Unidos, Dinamarca, Nueva Zelanda, Países Bajos y otros países que poseen enormes industrias de productos lácteos. La cantidad de semillas requerida anualmente es del orden de 100-150 toneladas - para la URSS, 50 toneladas para los Estados Unidos de Norteamérica, 23-30 toneladas para Japón y cantidades menores para otros países. En el Distrito Federal las dos empresas principales que participan en el procesamiento de la semilla de achiote, indican un consumo aproximado de 200 toneladas anuales, recurriendo en ocasiones a la importación de la misma, ya que la producción nacional es insuficiente, debido a que faltan programas de cultivo como indican las estadísticas. En 1950, el consumo mundial de semilla fue estimado de ser alrededor de 1000 toneladas por año, y desde entonces esta cifra está siendo aproximadamente duplicada. Las demandas futuras son difíciles de predecir, ya que los suministros de los países productores - tienden a fluctuar. Una de las razones es que, frecuentemente, junto con la producción comercial, el árbol se encuentra también creciendo silvestre, y la cosecha de cápsulas puede ser recolectada o ignorada dependiendo del atractivo de los precios mundiales prevalecientes -- (4,35,37).

### 3.7.6 METODOS DE OBTENCION

#### 3.7.6.1 METODO TRADICIONAL

En este método las semillas se separan del fruto y se ponen a macerar en agua para separar el colorante, se cuele la solución y se evapora a fuego directo hasta que adquiera consistencia pastosa. Al enfriar, solidifica en una masa roja de aspecto resinoso. Esta pasta es la que se encuentra en el mercado dándosele los mismos nombres -- que a la planta. Este método es por demás rudimentario y perjudicial para la preparación del colorante, pues durante el calentamiento pro



longado, alrededor de 48 horas continuas, los carotenoides que lo -- forman se alteran con gran facilidad. Por ello es que la pasta presenta características resinosas, queda untuosa al tacto y no se puede pulverizar aunque se seque perfectamente. En cambio, cuando el material se obtiene por un prolongado reposo de la solución con lo -- cual se sedimenta el pigmento, se decanta y se seca éste a temperatura ambiente, el producto no es resinoso, es fácilmente pulverizable y además tiene un color rojo ligeramente más claro (33).

#### 3.7.6.2 METODO POR FERMENTACION:

En este método los frutos son privados de su cáscara, la pulpa y las semillas son amasadas con agua y abandonadas a una fermentación que queda terminada en unos 10-14 días. Entonces el líquido se pasa por un tamiz. Después que se ha aclarado, se separa por medio de un sifón de la sedimentación del fondo, roja y fangosa. Esta es calentada suavemente en calderas de cobre hasta que forma una pasta dura que después se empaqueta en hojas de caña o de plátano, o bien se seca por completo y moldea en forma de tortas. El color es pardo-rojizo, el olor se parece al de la remolacha fresca, pero a menudo es amoniacal porque el producto se humedece frecuentemente con orina con el fin de hacer más vivo el color. El contenido de cenizas no debe pasar del 10%. Sin embargo, son frecuentes las falsificaciones -- con polvo de ladrillo, ocre, etc. El contenido de colorante es, por lo general, tan sólo del 5-6-8%, pero en algunos casos es bastante mayor (79).

#### 3.7.6.3 METODO DE L. ZECHMEISTER:

Consiste en separar la bixina de todo el material colorante en forma de sal amónica teniendo en cuenta su solubilidad en alcohol. De allí, cristaliza la sal amónica por concentración de la solución de cuyos cristales se libera la bixina por tratamiento con ácido acético concentrado. Se procede de la siguiente manera: Las semillas se empapan en agua caliente por varias horas, se agitan y filtran en --

una criba. El filtrado se deja reposar y asentar, posteriormente la capa inferior es separada y centrifugada con aire seco. Un horno al vacío que contenga cloruro de calcio en su parte superior es empleado para realizar el secado final. 200 g del producto anteriormente obtenido se muelen y se cubren con dos litros de etanol de 96°. Se calienta en baño María a 60-65°C y se le hace pasar una corriente de amoníaco hasta que la solución adquiere un color rojo oscuro intenso y olor fuerte a amoníaco. Se deja reaccionar 20 minutos y aún caliente se filtra. Con el residuo sólido se vuelve a repetir la extracción con un litro de alcohol aumentando el tiempo de reacción a una hora. Se filtra. Los filtrados se reúnen y se desecha el material insoluble. Si se deja reposar en lugar frío, de la solución cristaliza algo de la sal amónica en las paredes del recipiente. Es mejor concentrar rápidamente la solución hasta la mitad de su volumen por destilación al vacío. De aquí, cristaliza el bixato o bixinato de amonio en el reposo. Los cristales se separan por filtración y se secan en desecador de vacío. De ellos se libera la bixina por tratamiento con ácido acético diluido (3:1) en frío y con fuerte agitación mecánica durante una hora. Esta bixina impura presenta un punto de fusión de 181°C. Por recristalizaciones en ácido acético glacial, se obtiene la bixina muy pura con punto de fusión constante. La bixina así obtenida es de color rojo oscuro con matiz violeta, cristales muy pequeños sin brillo (4,33).

#### 3.7.6.4 METODO DE MOREZ-SMITH:

En este método, 500 g de semillas secas se tratan con una mezcla de tricloroetileno-alcohol a partes iguales (un litro en total) hirviendo a reflujo durante 30 minutos. Se deja enfriar hasta 30°C y se decanta. Se repite la extracción dos veces más con las cuales se agota totalmente el colorante de las semillas. Se reúnen las soluciones decantadas y se destilan al vacío hasta sequedad teniendo cuidado de que la temperatura no exceda nunca de los 80°C. El residuo sólido se extrae con 200 ml de éter de petróleo ligero por dos veces -

dando un tiempo de contacto para la primera extracción de 10 horas. Estas fracciones etéreas se reúnen y se destila al vacío el solvente, obteniéndose un líquido muy espeso de color rojo intenso y exento de bixina. El residuo sólido de las extracciones anteriores se disuelve en la mezcla de tricloroetileno-etanol a partes iguales, calentando ligeramente. Se deja en reposo en lugar frío para que cristalice la bixina. Esta bixina impura presenta un punto de fusión 186-188°C, y por recristalizaciones en la misma mezcla de solventes o en ácido acético glacial caliente, se eleva el punto de fusión hasta 190-191°. Dos cristalizaciones son suficientes para ello. A las aguas madres se les elimina el solvente por destilación en vacío, obteniéndose -- una masa muy viscosa rojo-oscuro que seca perfectamente en el vacío y que se puede pulverizar con facilidad. Presenta un punto de fusión de 80-81°C (33).

#### 3.7.6.5 METODO PARA LA OBTENCION DE COLORANTE DE USO ALIMENTI-- CIO:

En este método se lleva a cabo una extracción directa de las semillas con cloroformo en su punto de ebullición por 24 horas. El extracto obtenido es vaciado fuera de las semillas y el exceso de solvente retirado por destilación al vacío; posteriormente la solución-se evapora y el residuo se trata con éter de petróleo (C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>) para eliminar los restos aceitosos que puedan quedar. Los cristales rojos-obtendidos presentan un punto de fusión de 165°C. Para la extracción-es necesario contar con recipientes enchaquetados que contengan agitadores, y controlar todas las etapas de producción en vista de la inestabilidad de la bixina, razón por la cual Europa y Estados Unidos importan la semilla y llevan a cabo su propio proceso, en lugar de -ocomprar el colorante ya procesado (4).

##### 3.7.6.5.1 EXTRACTO DE ACHIOTE ACUOSO:

El extracto de achiote acuoso se obtiene calentando el pericarpio de la semilla, o un intermediario extraído del pericarpio con --

con solventes, con una solución de hidróxido de sodio o de potasio - a 70°C o menos. La mezcla es entonces calentada hasta temperatura de ebullición o cerca de los 100°C y filtrada para remover partículas - no disueltas. Durante la ebullición, la bixina, que es un éster, es hidrolizada a norbixina, un ácido dicarboxílico simétrico. El extracto alcohólico o acuoso-alcalino se trata con ácidos de grado alimenticio para precipitar el pigmento, que se deseca después con o sin cristalización intermedia. El pH se ajusta con álcalis o carbonatos de grado alimenticio. Para purificar el extracto se podrán emplear: acetona, dicloruro de etileno, hexano, alcohol isopropílico, alcohol metílico, cloruro de metileno o tricloroetileno de grado alimenticio. Dichos solventes no deben dejar residuo mayor que el permitido para cada uno. El colorante así obtenido puede utilizarse para impartir color a quesos, cremas, helados, cereales, pasteles y botanas (30, 53).

#### 3.7.6.5.2 EXTRACTO DE ACHIOTE EN ACEITE:

El extracto de achiote en aceite, como solución o suspensión, es preparado por pretratamiento del pericarpio con agua caliente o vapor, seguido por extracción con aceite vegetal o ingredientes similares de grado alimenticio como mono y diglicéridos, con o sin adición de ácidos grasos libres. La temperatura no debe exceder los 130°C. La solución se filtra para remover materiales insolubles. Algunas veces se emplean solventes en un paso de extracción intermedio. El colorante así obtenido puede usarse para colorear quesos, manteca, margarina, mayonesa, repostería y botanas (30).

### 3.7.7 PRUEBAS DE DETECCION Y ANALISIS

#### 3.7.7.1 SOLUBILIDAD:

3.7.7.1.1 Extracto de Achiote Acuoso: Soluble en agua, ligeramente soluble en etanol (30).

3.7.7.1.2 Extracto de Achiote en Aceite: Insoluble en agua, ligeramente soluble en etanol (30).

### 3.7.7.2 REACCION DEL COLOR:

El extracto de achiote con ácido sulfúrico concentrado da un color azul intenso, igual para la  $\alpha$ -Bixina; o bien un color azul verde con la norbixina (30).

### 3.7.7.3 ESPECTROFOTOMETRIA:

3.7.7.3.1 Extracto de Achiote Acuoso: Diluido con agua, tiene - absorbancia máxima a 453 y 482 nm (30).

3.7.7.3.2 Extracto de Achiote en Aceite: Diluido con cloroformo tiene una absorbancia máxima a 439, 470 y 501 nm (30).

### 3.7.7.4 COLUMNA DE CROMATOGRAFIA Y REACCION DE CARR-PRICE:

3.7.7.4.1 Extracto de Achiote Acuoso: La norbixina forma una zona naranja-rojiza en la superficie de la columna. Con el reactivo de Carr-Price la zona de norbixina se presenta inmediatamente azul-verde (30).

3.7.7.4.2 Extracto de Achiote en Aceite: La bixina en la columna de cromatografía forma una zona naranja-rojizo brillante y da la misma reacción de Carr-Price que la norbixina (30).

### 3.7.7.5 CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA:

3.7.7.5.1 Extracto de Achiote Acuoso: Se obtienen tres o cuatro manchas, de las que dos tienen un color naranja, y las otras un color naranja-amarillo (30).

3.7.7.5.2 Extracto de Achiote en Aceite: Produce cuando menos - tres o cuatro manchas rojas o amarillas. Dos manchas rojas son claramente más intensas que las otras manchas (30).

### 3.7.7.6 CONTENIDO DE PIGMENTOS TOTALES:

Se lleva a cabo en el extracto de achiote en aceite, preparando una solución del colorante en cloroformo y midiendo su absorbancia - en el espectro a 404 y 500 m $\mu$ , expresando el resultado en g/100g --- (47).

### 3.7.7.7 CONTENIDO DE BIXINA:

Se disuelve el extracto de achiote en aceite en cloroformo y se determina el contenido de bixina midiendo la absorbancia a aproximadamente 470 nm, expresando el resultado en g/100g (30).

### 3.7.7.8 CONTENIDO DE NORBIXINA:

Se disuelve el extracto de achiote acuoso en una solución de hidróxido de sodio 0.1N y se determina el contenido de pigmento expresado como norbixina midiendo la absorbancia máxima a aproximadamente 453 nm, expresando el resultado en g/100g (30).

### 3.7.7.9 CONTENIDO DE ORELLINA:

Se determina midiendo la absorbancia máxima en el espectro a --403-428 m $\mu$  (4).

## 3.7.8 TOXICOLOGIA Y LEGISLACION

Está comprobado que tanto la materia colorante, como el aceite esencial y la goma de hojas y semillas del achiote son totalmente inofensivas. Muchas materias colorantes sintéticas no son ampliamente incluidas en listas de colorantes alimenticios permitidos debido a su potencial peligro tóxico; una restricción que engrandece el valor de las preparaciones de colorante alimenticio de achiote. Estas se han sometido a una investigación toxicológica, no habiéndose registrado efectos dañinos en ratas, ni a nivel agudo ni a nivel crónico. Prescindiendo de ciertas sustancias inocuas, de poco valor colorante, se ha señalado que en las muestras comerciales de achiote puede existir óxido de plomo rojo. Aparte de sus efectos tóxicos, existe el peligro de que aparezca en el queso al cual se le adicione el colorante, una coloración negra, debida a la formación de sulfuro de plomo, a cargo de las bacterias que producen ácido sulfhídrico. Esta impureza se detecta fácilmente haciendo burbujear en una solución de achiote ácido sulfhídrico (1,37).

El achiote es usado sin restricción en todo el mundo para colorear productos lácteos. En los Estados Unidos y en Europa, es uno de los pocos colorantes permitidos en la alimentación humana. Con respecto al Extracto de Achiote, la FDA (Food and Drug Administration) de los E.U.A. establece normas para su empleo en solución acuosa alcalina o combinada con propilenglicol o alcohol etílico, pudiendo agregarse en grasas y aceites vegetales comestibles, estando su uso restringido únicamente por la práctica comercial, no requiriendo certificación, aunque las etiquetas deben informar de su adición. Para su utilización en medicamentos se le puede emplear con los diluyentes aprobados por las especificaciones de las mezclas ingeribles; de igual forma para su empleo en cosméticos. En la Gran Bretaña existen limitaciones solamente en el contenido de plomo, arsénico y cobre -- (4,5,3,37).

La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y la WHO (World Health Organization), establecen las siguientes especificaciones para los extractos de achiote (30):

- a) Arsénico: No más de 3 mg/Kg
- b) Plomo: No más de 10 mg/Kg
- c) Metales Pesados: No más de 40 mg/Kg

En México se permite el empleo del extracto de achiote como colorante de cremas, quesos, mantequillas, helados y sustitutos de éstos, así como margarinas y oleomargarinas, pudiendo emplearse solo o como componente de mezclas de colorantes, requiriendo únicamente su notificación en la etiqueta comercial. El mismo criterio impera en su adición a bebidas suaves y productos comestibles. Para productos farmacéuticos requiere autorización por parte de la Secretaría de Salud. Esta institución establece las siguientes especificaciones para los extractos de achiote (4,54):

- a) Plomo: No más de 0.001% (como Pb)
- b) Arsénico: No más de 0.00014% (como As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- c) Otros Metales Pesados: Solo huellas por precipitación de sus sulfuros.

**CAPITULO IV**

**DESARROLLO EXPERIMENTAL**



## DESARROLLO EXPERIMENTAL

## 4.1 MATERIAL Y METODOS GENERALES

4.1.1 APLICACION, DOSIFICACION, DETERMINACION DE ESTABILIDAD, - EVALUACION SENSORIAL, Y CALCULO DE COSTOS DE COLORACION DEL COLORANTE EXTRAIDO DE ACHIOTE EN DIVERSOS ALIMENTOS.

## 4.1.1.1 APLICACION

Los colorantes de achiote empleados, fueron elaborados por la - compañía en la cual se realizó la parte experimental del presente -- trabajo. El colorante fue extraído de semillas de la planta Bixa ore llana procedentes de la ciudad de Mérida en el estado de Yucatán. Se utilizaron tres presentaciones del colorante: Color Achiote en Polvo (soluble en agua), Color Achiote de Extracción Acuosa Alcalina, y Co lor Achiote Soluble en Aceite, los cuales se aplicaron de acuerdo al alimento de que se tratara. También se aplicaron colorantes artifi-- ciales, que igualmente variaron en cada alimento. El color achiote - en polvo y los colorantes artificiales se usaron en solución, tanto para facilitar su aplicación, como para evitar errores de pesada. Las formulaciones para la elaboración de los productos en los que se aplicaron los colorantes, fueron proporcionadas por el Departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa.

Las especificaciones de los colorantes de achiote utilizados se indican en las tablas 4.1 y 4.2.

## 4.1.1.2 DOSIFICACION

Para llevar a cabo la dosificación se hicieron una serie de --- pruebas en todos los productos a estudiar, adicionándoles diferentes cantidades de colorante con el fin de obtener varias tonalidades; se leccionando las que se adecuaran a sabores comerciales que pudieran resultar agradables al consumidor.

Se midió el pH de los alimentos antes y después de colorearlos,

TABLA 4.1  
 ESPECIFICACIONES DEL COLOR ACHIOTE EN POLVO

---

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Descripción.....                | Polvo fino de color rojo, soluble en agua. Color puro de achiote   |
| PH (solución al 2%).....        | 8 - 10   |
| Humedad.....                    | 4.5 - 6.5  |
| Contenido de Norbixina.....     | 5.0% Mínimo. Leído a la longitud de onda de máxima absorbancia --- (cercano a 480 nm), 0.01 g de pigmento en 100 ml de NaOH 0.1NN. |
| Genizas.....                    | 35 - 39 %  |
| Granulometría (% retenido)..... | Malla 100: 15% Máximo<br>Malla 200: 20% Máximo<br>Malla 325: 46 - 50 %   |

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Cuenta Total Bacteriana.....       | 100 col/g Máximo   |
| Hongos y Levaduras.....            | 100 clo/g Máximo   |
| Salmonella.....                    | Negativo   |
| E. coli.....                       | Negativo   |
| S. aureus.....                     | Negativo   |
| Condiciones de Almacenamiento,.... | En lugar fresco y seco   |
| Tiempo de Vida Media.....          | Volver a analizar en seis meses  |
| Empaque.....                       | En cuñetes de fibra con bolsa --- interior de polietileno. Marcados con el nombre del fabricante, clave y nombre del producto, peso -- neto y tara |

---

TABLA 4.2  
 ESPECIFICACIONES DEL COLOR ACHIOTE SOLUBLE EN ACEITE

---

|  |  |
|--|--|
| Composición.....   | Extracto de semilla de achiote, -<br>aceite vegetal comestible y emul-<br>sificante  |
| Descripción.....   | Suspensión fina, viscosa de color<br>rojo amarillento  |
| Solubilidad.....   | Insoluble en agua, soluble en a--<br>ceites y grasas   |
| Tono y Fuerza.....   | Comparables con un patrón en so-<br>lución clorofórmica al 0.1%, c<br>una variabilidad de $\pm 5.0\%$  |
| % Bixina (determinado espec-.....<br>trofotométricamente a 470 nm) | 0.46 - 0.50 %  |
| Arsénico (como $As_2O_3$ ).....                                    | 3.0 p.p.m. Máximo  |
| Plomo (como Pb).....   | 10.0 p.p.m. Máximo   |
| Gravedad Específica (20°C).....                                    | 1.000 - 1.100  |
| Viscosidad (20°C).....   | 1 700 - 1 900 cps  |
| Empaque.....   | En envase de plástico con tapa y-<br>contratapa. Marcados con el nom--<br>bre del fabricante, clave y nom--<br>bre del producto, número de lote,<br>peso neto y tara |
| Condiciones de Almacenamiento....                                  | Mantener bien cerrado el envase,-<br>proteger de la luz y el calor. A-<br>gitar antes de usar  |

---

con el objeto de determinar si éste influye de alguna forma en el -- comportamiento del colorante extraído de achiote en los distintos -- productos.

Los colorantes artificiales se dosificaron en los mismos alimentos que el colorante de achiote para conocer la cantidad de colorante artificial necesario para lograr el mismo color o uno muy semejante al que da el achiote en cada uno de los productos estudiados, y de esta forma poder hacer las comparaciones entre el colorante artificial y el natural (achiote). De las tonalidades seleccionadas para el colorante de achiote, se determinó la cantidad de colorante artificial necesario para igualar únicamente la de mayor concentración, ya que se consideró que ésta era representativa de las demás.

#### 4.1.1.3 DETERMINACION DE ESTABILIDAD

Las pruebas elegidas en la etapa de dosificación se colocaron a distintas condiciones de tiempo y temperatura, dependiendo del alimento, y sujetándose a los recursos con que cuenta la empresa. Los tiempos y condiciones se escogieron tomando en cuenta la vida de anaquel y la forma de almacenamiento de los productos en los comercios. Además se hizo adición de saborizante en algunos casos, para determinar la existencia de alguna interferencia. También se pusieron pruebas testigo (sin color ni sabor) y pruebas con colorante artificial de cada uno de los alimentos.

A lo largo del tiempo que duraron las pruebas en estabilidad, se llevaron a cabo varias observaciones visuales para establecer como afectan el tiempo y las condiciones de almacenamiento al colorante extraído de achiote en los diferentes productos. Con el propósito de precisar los cambios sufridos por el color durante el tiempo que estuvieron las pruebas en estabilidad, se utilizó la escala numérica de comparación que se muestra en la tabla 4.3. En todos los casos, la comparación fue con respecto al color que presentaban los alimentos originalmente, usando para ello un patrón recientemente preparado.

TABLA 4.3  
 ESCALA NUMERICA DE COMPARACION

---

|    |                        |
|----|------------------------|
| 5= | Idénticos              |
| 4= | Ligeramente Diferentes |
| 3= | Diferentes             |
| 2= | Muy Diferentes         |
| 1= | Incomparables          |

---

#### 4.1.1.4 EVALUACION SENSORIAL

Las tonalidades seleccionadas en la etapa de dosificación se evaluaron sensorialmente mediante la aplicación de dos cuestionarios distintos a diez jueces tipo consumidor, pertenecientes a la compañía en la que se efectuó este estudio, para tener una idea de la aceptación que podrían tener por parte del público consumidor. En el cuestionario de Identificación del Sabor con Base en el Color de las Muestras (cuestionario 1) se les presentaron a los jueces diversas muestras, pidiéndoles que indicaran el sabor que les sugería el color que tenían. En el Cuestionario de Aceptación (cuestionario 2), se les presentaron a los jueces distintas muestras, pidiéndoles que tomando como base la escala hedónica del 9 al 1 indicada en el cuestionario, calificaran cada una de ellas, de acuerdo al grado de gusto o disgusto que les produjera el color que presentaban respecto al sabor que se señalaba para cada una. En ambos casos, se llevó a cabo una prueba monádica, ya que solamente se evaluó el colorante extraído de achiote.

Los formatos de los cuestionarios aplicados se presentan en las tablas 4.4 y 4.5.

#### 4.1.1.5 CALCULO DE COSTOS DE COLORACION

Se calcularon los costos de coloración para cada uno de los productos estudiados, tomando como base las pruebas elegidas en la ---

TABLA 4.4

## IDENTIFICACION DEL SABOR CON BASE EN EL COLOR DE LAS MUESTRAS

De las/los siguientes (alimento) indique el Sabor al cual piensa usted que corresponden de acuerdo al Color que presentan:

- a) J61: (sabor)  
 b) M30: (sabor)  
 c) S20: (sabor)

•  
 •  
 •

TABLA 4.5

## CUESTIONARIO DE ACEPTACION

Basándose exclusivamente en su Color evalúe cada uno de las/los siguientes (alimento), marcando con una cruz la opción elegida:

|                           | C O L O R  |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|
|                           | (alimento) | (alimento) | (alimento) |
|                           | (T89)      | (Q14)      | (P97)      |
| 9 Gusta extremadamente    |            |            |            |
| 8 Gusta mucho             |            |            |            |
| 7 Gusta moderadamente     |            |            |            |
| 6 Gusta ligeramente       |            |            |            |
| 5 Ni gusta ni disgusta    |            |            |            |
| 4 Disgusta ligeramente    |            |            |            |
| 3 Disgusta moderadamente  |            |            |            |
| 2 Disgusta mucho          |            |            |            |
| 1 Disgusta extremadamente |            |            |            |

ESCALA HEDONICA

etapa de dosificación, con el propósito de comparar los costos de coloración del colorante extraído de achiote respecto a los costos de coloración del(los) colorante(s) artificial(es) correspondiente(s), y de este modo poder precisar si resulta costoso o no la utilización del achiote como colorante de alimentos. Los cálculos se hicieron en dólares, debido a que la moneda nacional fluctúa constantemente.

#### 4.2 MATERIAL Y METODOS ESPECIFICOS

##### 4.2.1 PRODUCTOS LACTEOS

###### 4.2.1.1 YOGURT

4.2.1.1.1 Aplicación: Se aplicaron color achiote en polvo y color achiote de extracción acuosa alcalina en yogurt natural comercial. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5 y amarillo 6.

4.2.1.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

###### 4.2.1.2 HELADOS

4.2.1.2.1 Aplicación: Se aplicaron color achiote en polvo y color achiote soluble en aceite en base comercial para helado. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5 y amarillo 6.

4.2.1.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

###### 4.2.1.3 BEBIDAS

###### 4.2.1.3.1 BEBIDAS DE LECHE EN POLVO

4.2.1.3.1.1 Aplicación: Se preparó base para bebida de leche en polvo, en la cual se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5 y color café comercial (constituido por amarillo 5, amarillo 6, rojo 5 y azul 1).

Las formulaciones y el procedimiento para la preparación de la base para bebida de leche en polvo son:

## a) FORMULACIONES:

|                | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|----------------|------------------|------------------|
| Azúcar         | 59.5 %           | 59.50 %          |
| Leche en polvo | 34.1 %           | 34.10 %          |
| Maltodextrina  | 5.0 %            | 5.00 %           |
| Lecitina       | 0.8 %            | 0.80 %           |
| Sabor en polvo | .....            | 0.26 %           |
|                | <u>99.4 %</u>    | <u>99.66 %</u>   |

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar una parte del azúcar y toda la lecitina.
- 2.- Adicionar el resto del azúcar y la maltodextrina.
- 3.- Ya que todo lo anterior está muy bien incorporado, agregar la leche en polvo y el sabor.

Para preparar un litro de bebida, poner 60 g de base en un litro de leche.

4.2.1.3.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.1.3.2 L I Q U I D A S

4.2.1.3.2.1 Aplicación: Se elaboró base para bebida de leche líquida, en la cual se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5, amarillo 6, rojo 5 y azul 1.

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de la base para bebida de leche líquida son:

## a) FORMULACIONES:

|                   | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|-------------------|------------------|------------------|
| Azúcar invertida  | 60.0 %           | 60.00 %          |
| Agua              | 13.0 %           | 13.00 %          |
| Azúcar            | 10.0 %           | 10.00 %          |
| Maltodextrina     | 7.0 %            | 7.00 %           |
| Sal               | 0.2 %            | 0.20 %           |
| Benzoato de sodio | 0.1 %            | 0.10 %           |
| Sabor             | .....            | 0.25 %           |
|                   | <u>90.3 %</u>    | <u>90.55 %</u>   |

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar todos los ingredientes.



2.- Ponerlos a calentar, moviendo constantemente, hasta disolución total.

4.2.1.3.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

#### 4.2.2 BEBIDAS REFRESCANTES

##### 4.2.2.1 JARABES CONCENTRADOS

4.2.2.1.1 Aplicación: Se preparó jarabe 32°Bé, en el que se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5 y amarillo 6. Los colorantes se aplicaron tanto en jarabe con enturbiante, como sin él, para ver el aspecto que tomaba en ambos casos.

Las formulaciones y el procedimiento para la preparación del jarabe para bebida refrescante son:

##### a) FORMULACIONES:

|                   | <u>A</u>      | <u>B</u>      | <u>C</u>      |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Azúcar            | 76 g          | 76 g          | 76 g          |
| Agua              | 52 ml         | 52 ml         | 52 ml         |
| Benzoato de sodio | 0.05 g        | 0.05 g        | 0.05 g        |
| Enturbiante       | ....          | 1 g           | ....          |
| Sabor             | ....          | ....          | 0.01 ml       |
|                   | <u>100 ml</u> | <u>100 ml</u> | <u>100 ml</u> |

A= Base sin sabor y sin enturbiante

B= Base sin sabor y con enturbiante

C= Base con sabor y sin enturbiante

##### b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar el azúcar y el benzoato de sodio con el agua.
- 2.- Calentar hasta completa disolución del azúcar.
- 3.- Retirar del fuego y dejar enfriar.
- 4.- Adicionar el enturbiante y el sabor.

Para preparar un litro de bebida, poner 200 ml de jarabe en un litro de agua.

4.2.2.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.2.2 REFRESCOS CARBONATADOS

4.2.2.2.1 Aplicación: Se aplicó color achiote en polvo en agua-gasificada comercial. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5, amarillo 6 y rojo 5.

Al agua gasificada comercial se le adicionó una base; las formulaciones y el procedimiento para su elaboración son:

## a) FORMULACIONES:

|                               | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|-------------------------------|------------------|------------------|
| Jarabe 32°Bé <sup>&amp;</sup> | 99.5 %           | 99.50 %          |
| Acido cítrico                 | 0.4 %            | .....            |
| Acido tartárico               | .....            | 0.34 %           |
| Sabor                         | .....            | 0.16 %           |
|                               | <u>99.9 %</u>    | <u>100.00 %</u>  |

&= Elaborado como se indica en 4.2.2.1.1

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar el ácido y el sabor con el jarabe.
- 2.- Adicionar la mezcla anterior al agua gasificada en una proporción de 5 partes de agua por 1 parte de jarabe.

4.2.2.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.2.3 BEBIDAS INSTANTANEAS EN POLVO

4.2.2.3.1 Aplicación: Se preparó base para bebida instantánea - en polvo, en la cual se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5 y amarillo 6.

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de la base para bebida instantánea en polvo son:

## a) FORMULACIONES:

|                | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|----------------|------------------|------------------|
| Azúcar         | 95.88 %          | 95.88 %          |
| Acido cítrico  | 3.80 %           | 3.80 %           |
| Enturbiantes   | 0.31 %           | 0.31 %           |
| Acido tánico   | 0.01 %           | 0.01 %           |
| Sabor en polvo | .....            | 2.60 %           |
|                | <u>100.00 %</u>  | <u>100.00 %</u>  |

## b) PROCEDIMIENTO:

1.- Mezclar todos los ingredientes hasta incorporación total de los mismos.

Para preparar un litro de bebida, poner 112.66 g de base en un litro de agua.

4.2.2.3.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.3 A D E R E Z O S Y C O N D I M E N T O S

## 4.2.3.1 A D E R E Z O S

4.2.3.1.1 Aplicación: Se aplicó color achiote soluble en aceite en mayonesa comercial. Como colorante artificial se usó laca naranja-comercial (constituida por amarillo 6 laca y rojo 5 laca).

4.2.3.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.5.

## 4.2.3.2 C O N S O M E

4.2.3.2.1 Aplicación: Se elaboró base para consomé, en la que se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron laca negra, laca café rojizo y laca café comerciales (constituidas -- por amarillo 5 laca, amarillo 6 laca, rojo 5 laca y azul 2 laca).

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de la - base son:

## a) FORMULACIONES:

|                              | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|------------------------------|------------------|------------------|
| Sal                          | 52.0 %           | 52.0 %           |
| Glutamato monosódico         | 14.0 %           | 14.0 %           |
| Proteína vegetal hidrolizada | 8.0 %            | 8.0 %            |
| Azúcar                       | 6.0 %            | 6.0 %            |
| Fécula de maíz               | 6.0 %            | 6.0 %            |
| Aceite de cártamo            | 5.0 %            | 5.0 %            |
| Grasa vegetal                | 3.0 %            | 3.0 %            |
| Maltodextrina <sup>a</sup>   | 6.0 %            | 0.5 %            |
| Sabor                        | .....            | 5.5 %            |
|                              | <u>100.0 %</u>   | <u>100.0 %</u>   |

<sup>a</sup>= Se ajusta a 100 % con este ingrediente

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar perfectamente todos los cristales (sal, glutamato y azúcar).
- 2.- Agregar las grasas mezclando continuamente para lograr una mejor distribución.
- 3.- Los ingredientes restantes se mezclan por separado y se añaden a la primera mezcla de cristales y grasas, incorporándolos hasta obtener una consistencia homogénea.

Para preparar un litro de consomé, poner 24 g de base en un litro de agua caliente.

4.2.3.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.4 PRODUCTOS ENLATADOS

## 4.2.4.1 PURE DE TOMATE

4.2.4.1.1 Aplicación: Se aplicó color achiote en polvo en puré de tomate comercial. Como colorantes artificiales se usaron amarillo 5, amarillo 6, rojo 5 y azul 1.

4.2.4.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6. Las latas se agotaron a 85°C y sufrieron un tratamiento térmico de 121°C - por espacio de 30 minutos.

## 4.2.4.2 SOPAS

4.2.4.2.1 Aplicación: Se preparó base para sopa en polvo, la cual se hidrató posteriormente para dar una sopa tipo crema, en la que se aplicó color achiote en polvo. Como colorantes artificiales se usaron color naranja comercial (constituido por amarillo 5, amarillo 6 y rojo 5).

La formulación y el procedimiento para la preparación de la base y de la sopa tipo crema son:

## a) FORMULACION:

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Fécula de maíz                   | 20.00 %  |
| Harina de arroz                  | 17.00 %  |
| Harina de trigo <sup>&amp;</sup> | 14.75 %  |
| Azúcar                           | 13.00 %  |
| Sal                              | 10.00 %  |
| Proteína vegetal hidrolizada     | 6.00 %   |
| Glutamato monosódico             | 6.00 %   |
| Leche en polvo                   | 6.00 %   |
| Harina de maíz                   | 3.00 %   |
| Aceite vegetal (opcional)        | 3.00 %   |
| Cebolla                          | 1.00 %   |
| Nuez moscada                     | 0.15 %   |
| Pimienta blanca                  | 0.10 %   |
|                                  | <hr/>    |
|                                  | 100.00 % |

&= Se ajusta a 100 % con este ingrediente

## b) PROCEDIMIENTOS:

- 1.- Mezclar el aceite con el azúcar.
- 2.- Adicionar los cristales (sal y glutamato) y mezclar.
- 3.- Agregar las harinas y por último los ingredientes restantes.
- 4.- Incorporar perfectamente.

Para preparar un litro de sopa, poner 100.00 g de base en un litro de agua caliente, mediante el procedimiento siguiente:

- 1.- Poner la base en polvo en una cacerola y calentarla ligeramente para que esponje (evitar que se quemé).
- 2.- Adicionar el agua caliente y revolver.
- 3.- Dejar hervir por espacio de un minuto y retirar del fuego.

4.2.4.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6. Las latas se agotaron a 85°C y sufrieron un tratamiento térmico de 121°C por espacio de 30 minutos. Se enlató solamente una de las pruebas elegidas, debido a que no era posible enlatarlas todas, y no había espacio suficiente para almacenarlas durante el tiempo que iba a durar la prueba de estabilidad. Se enlató la prueba correspondiente a la dosificación para sopa sabor zanahoria.

## 4.2.5 PRODUCTOS HORNEADOS

## 4.2.5.1 PAN

4.2.5.1.1 Aplicación: Se elaboró masa para pan tipo panqué, en la que se aplicó color achiote en polvo. Como colorante artificial se usó color amarillo comercial (constituido por amarillo 5, amarillo 6, y rojo 5).

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de la masa para pan tipo panqué son:

## a) FORMULACIONES:

|                      | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|----------------------|------------------|------------------|
| Leche de vaca        | 23.43 %          | 23.43 %          |
| Huevo                | 18.75 %          | 18.75 %          |
| Aceite o mantequilla | 15.62 %          | 15.62 %          |
| Azúcar               | 15.62 %          | 15.62 %          |
| Harina de trigo      | 15.62 %          | 15.62 %          |
| Fécula de maíz       | 9.37 %           | 9.37 %           |
| Polvo para hornear   | 1.56 %           | 1.56 %           |
| Sabor                | .....            | 0.20 %           |
|                      | <u>99.97 %</u>   | <u>100.17 %</u>  |

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Poner la mantequilla en la batidora y acremarla muy bien.
- 2.- Mezclarla con el azúcar hasta incorporarlas.
- 3.- Añadir los huevos y mezclar.
- 4.- Agregar el harina cernida con el polvo de hornear y mezclar.
- 5.- Adicionar la leche y batir muy bien todo.
- 6.- Colocar la masa en moldes y hornear a 200°C por espacio de 30 minutos.

4.2.5.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.5.2 GALLETAS

4.2.5.2.1 Aplicación: Se preparó masa para galletas, en la cual se aplicó color achiote en polvo. Como colorante artificial se usó color amarillo comercial (constituido por amarillo 5, amarillo 6

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de la masa para galletas son:

a) FORMULACIONES:

|                      | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|----------------------|------------------|------------------|
| Harina de trigo      | 53.20 %          | 53.20 %          |
| Agua                 | 21.28 %          | 21.28 %          |
| Azúcar               | 13.34 %          | 13.34 %          |
| Manteca vegetal      | 8.52 %           | 8.52 %           |
| Azúcar invertida     | 2.66 %           | 2.66 %           |
| Bicarbonato de sodio | 0.53 %           | 0.53 %           |
| Sal                  | 0.47 %           | 0.47 %           |
| Sabor                | .....            | 0.30 %           |
|                      | <u>100.00 %</u>  | <u>100.30 %</u>  |

b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- En un recipiente de acero inoxidable acremar la manteca.
- 2.- Adicionar el azúcar y sal y mezclar.
- 3.- Añadir el saborizante y mezclar de 6 a 8 minutos.
- 4.- Agregar el agua y mezclar 7 minutos.
- 5.- Adicionar el bicarbonato de sodio y mezclar 2 minutos.
- 6.- Agregar el harina y mezclar hasta homogeneizar totalmente.
- 7.- Cortar las galletas con molde y colocarlas en charolas.
- 8.- Hornearlas a 150 °C por espacio de 20 minutos.

4.2.5.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

4.2.6 PRODUCTOS DE CONFITERIA

4.2.6.1 CARAMELO DURO

4.2.6.1.1 Aplicación: Se preparó caramelo duro, en el que se aplicó color achiote en polvo. Como colorante artificial se usó kubi-- color amarillo comercial (constituido por amarillo 5 y rojo 6).

Las formulaciones y el procedimiento para la preparación del caramelo duro son:

## a) FORMULACIONES:

|                           | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|---------------------------|------------------|------------------|
| Azúcar                    | 60.0 %           | 60.00 %          |
| Glucosa 43°Bé             | 25.0 %           | 25.00 %          |
| Agua                      | 15.0 %           | 15.00 %          |
| Acido cítrico o tartárico | 1.0 %            | 1.00 %           |
| Sabor en polvo            | .....            | 0.15 %           |
|                           | <u>101.0 %</u>   | <u>101.15 %</u>  |

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- En un recipiente de acero inoxidable colocar el azúcar y calentarla hasta que se disuelva.
- 2.- Una vez disuelta, adicionar la glucosa.
- 3.- Dejar que se eleve la temperatura hasta 130°C y retirar del fuego.
- 4.- Mezclar el/los colores y el ácido con una pequeña cantidad de glicerina, haciendo una pasta que se agrega a la masa caliente a una temperatura no mayor de 95°C del caramelo.
- 5.- Agitar con cuidado y suavemente hasta homogeneizar.
- 6.- A los 80 - 85°C adicionar el saborizante.
- 7.- Vaciar la masa aún caliente y fluida a moldes previamente - engrasados con aceite mineral.
- 8.- Envolver el caramelo ya moldeado.

4.2.6.1.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.6.2 G O M I T A S

4.2.6.2.1 Aplicación: Se elaboraron gomitas, en las cuales se aplicó color achiote en polvo. Como colorante artificial se usó ku--bicolor amarillo comercial (constituido por amarillo 5 y rojo 6).

Las formulaciones y el procedimiento para la elaboración de las gomitas son:



## a) FORMULACIONES:

|                  | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|------------------|------------------|------------------|
| Agua             | 55.0 %           | 55.0 %           |
| Azúcar           | 35.0 %           | 35.0 %           |
| Grenetina        | 6.5 %            | 6.5 %            |
| Citrato de sodio | 2.0 %            | 2.0 %            |
| Enturbiante      | 1.0 %            | 1.0 %            |
| Acido cítrico    | 0.5 %            | 0.5 %            |
| Sabor            | .....            | 0.2 %            |
|                  | <u>100.0 %</u>   | <u>100.2 %</u>   |

## b) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Mezclar todos los ingredientes excepto el agua, hasta homogeneizarlos.
- 2.- Disolverlos en el agua caliente.
- 3.- Colocar en moldes y poner a enfriar en el congelador por un tiempo máximo de 10 minutos.
- 4.- Darles forma al gusto.

4.2.6.2.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

## 4.2.6.3 M A L V A V I S C O

4.2.6.3.1 Aplicación: Se preparó malvavisco, en el que se aplicó color achiote en polvo. Como colorante artificial se usó color amarillo comercial (constituido por amarillo 5, amarillo 6 y rojo 40).

Las formulaciones y el procedimiento para la preparación del malvavisco son:

## a) FORMULACIONES:

|               | <u>Sin Sabor</u> | <u>Con Sabor</u> |
|---------------|------------------|------------------|
| Azúcar        | 37.00 %          | 37.00 %          |
| Glucosa 43°Bé | 25.80 %          | 25.80 %          |
| Agua          | 19.35 %          | 19.35 %          |
| Agua          | 14.51 %          | 14.51 %          |
| Grenetina     | 3.22 %           | 3.22 %           |
| Sabor         | .....            | 0.25 %           |
|               | <u>99.88 %</u>   | <u>100.13 %</u>  |

**b) PROCEDIMIENTO:**

- 1.- En un recipiente de acero inoxidable mezclar los tres primeros ingredientes (azúcar, glucosa y agua).
- 2.- Calentar hasta 115°C por un minuto, retirar del fuego.
- 3.- Dejar enfriar hasta 105°C y adicionar la gredina previamente hidratada con la segunda parte de agua, más sabor y color.
- 4.- Batir las dos mezclas en una batidora con la velocidad máxima, durante tres a cuatro minutos.
- 5.- Vaciar pequeñas porciones a los huecos de un cofre de almidón.

La preparación del cofre de almidón es la siguiente:

En un recipiente rectangular, poner almidón en polvo seco, apri\_ sionar un poco para emparejar. Con un molde circular hacer hoyos a una distancia de 5 cm en el almidón.

4.2.6.3.2 Determinación de Estabilidad: Ver tabla 4.6.

T A B L A 4.6

## PRUEBAS DE ESTABILIDAD EFECTUADAS A LOS DIVERSOS ALIMENTOS

| ALIMENTOS |                  | CONDICIONES DE ESTABILIDAD   | TIEMPO DE ESTABILIDAD | FRECUENCIA DE OBSERVACIONES                 |
|-----------|------------------|--|-----------------------|---|
| PRODUCTOS | YOGURT           | Temperatura de Refrigeración (10°C)<br><br>Las muestras se colocaron en frascos de vidrio tapados          | 2 Meses               | 24 y 72 hrs,<br>8 y 15 días,<br>1 y 2 meses |
|           | HELADOS          | Temperatura de Congelación<br><br>Las muestras se colocaron en frascos de vidrio tapados                   | 1 Mes                 | 24 y 72 hrs,<br>8 y 15 días,<br>y 1 mes     |
| LACTEOS   | BEBIDAS EN POLVO | Luz de Habitación y Luz del Sol<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas            | 48 horas              | 24 y 48 horas                               |
|           | BEBIDAS LIQUIDAS | Temperatura Ambiente y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en botellas de plástico tapadas | 3 Meses               | 24 hrs, 8 y -<br>15 días, 1, 2<br>y 3 meses |

T A B L A 4.6 (continuación)

| ALIMENTOS                              |                                 | CONDICIONES DE ESTABILIDAD   | TIEMPO DE ESTABILIDAD | FRECUENCIA DE OBSERVACIONES               |
|--|---------------------------------|--|-----------------------|---|
| BEBIDAS<br>REFRES-<br>CANTES           | JARABES<br>CONCENTRADOS         | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C                       | 3 Meses               | 24 hrs, 8 y 15<br>días, 1, 2 y 3<br>meses |
|  | REFRESCOS<br>CARBONA--<br>TADOS | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura de Re-<br>frigeración (10°C) | 3 Meses               | 24 hrs, 8 y 15<br>días, 1, 2 y 3<br>meses |
|  | BEBIDAS<br>EN<br>POLVO          | Luz de Habitación<br>y Luz del Sol                                 | 48 Horas              | 24 y 48 horas                             |
| ADEREZOS<br>Y<br>CONDICION-<br>AMENTOS | ADEREZOS                        | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C                       | 3 Meses               | 24 hrs, 8 y 15<br>días, 1, 2 y 3<br>meses |
|  | CONSOME                         | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C                       | 3 Meses               | 24 hrs, 8 y 15<br>días, 1, 2 y 3<br>meses |

T A B L A 4.6 (continuación)

| ALIMENTOS                                  |                      | CONDICIONES DE ESTABILIDAD  | TIEMPO DE ESTABILIDAD | FRECUENCIA DE OBSERVACIONES   |
|--|----------------------|---|-----------------------|---|
| P R O D U C T O S<br><br>E N L A T A D O S | PURE<br>DE<br>TOMATE | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en latas engargoladas | 3 Meses               | Inmediatamente-<br>después del tra-<br>tamiento térmi-<br>co, 24 hrs, 8 y<br>15 días, 1, 2 y<br>3 meses |
|  | SOPAS                | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en latas engargoladas | 3 Meses               | Inmediatamente-<br>después del tra-<br>tamiento térmi-<br>co, 24 hrs, 8 y<br>15 días, 1, 2 y<br>3 meses |
| P R O D U C T O S                          | PAN                  | Temperatura Ambiente<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas                | .48 Horas             | 24 y 48 horas   |
| H O R N E A D O S                          | GALLETAS             | Temperatura Ambiente<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas                | 48 Horas              | 24 y 48 horas   |

T A B L A 4.6 (continuación)

| A L I M E N T O S                                    |                                | CONDICIONES DE ESTABILIDAD   | TIEMPO DE ESTABILIDAD | FRECUENCIA DE OBSERVACIONES             |
|--|--------------------------------|--|-----------------------|---|
| P R O D U C T O S<br>D E<br>C O N F I -<br>T E R I A | C A R A M E L O<br><br>D U R O | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas | 1 Mes                 | 24 y 72 hrs,<br>8 y 15 días,<br>y 1 mes |
|  | G O M I T A S                  | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas | 1 Mes                 | 24 y 72 hrs,<br>8 y 15 días,<br>y 1 mes |
|  | M A L V A V I S C O            | Temperatura Ambiente<br>y Temperatura = 35°C<br><br>Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas | 1 Mes                 | 24 y 72 hrs,<br>8 y 15 días,<br>y 1 mes |

C A P I T U L O V

R E S U L T A D O S

## R E S U L T A D O S

## 5.1 A P L I C A C I O N

En el caso del yogurt, primero se aplicó color achiote en polvo, observándose que no se dispersaba bien, y por lo tanto casi no coloreaba, entonces se optó por preparar una solución del colorante en polvo para adicionarla a este producto, de esta forma sí fue posible dispersarlo perfectamente y obtener tonos homogéneos.

También se aplicó color achiote de extracción acuosa alcalina, pero el yogurt quedaba con pequeñas partículas suspendidas de color oscuro, se tornaba aguado (como leche), y adquiría sabor a sosa y amargo. Debido a ésto, se decidió ya no probar el color achiote de extracción acuosa alcalina en los otros alimentos objeto de este estudio.

Con respecto al consomé, el color achiote en polvo solamente daba dos tonos apropiados para productos comerciales, por lo cual se hizo una prueba mezclándolo con otro colorante, para ver si este método daba otros tonos. Así, se le adicionó color caramelo (colorante-natural), con el que se mezcló bien, pero no dió tonos adecuados para un consomé comercial, razón por la que se descartó esta posibilidad; probándose entonces la mezcla con un colorante artificial (laca negra comercial constituida por amarillo 5 laca, amarillo 6 laca, rojo 5 laca y azul 2 laca), con la cual dió un tono propio para ser usado en un consomé sabor res.

En los alimentos restantes no se presentaron problemas en la aplicación ni del color achiote en polvo, ni del color achiote soluble en aceite.

A partir de determinadas cantidades (que variaron para cada producto), el color achiote en polvo y el color achiote soluble en aceite comenzaron a impartirles sabor amargo. Dichas cantidades se indican en la tabla 5.1.



TABLA 5.1

## CANTIDADES DE COLOR ACHIOTE QUE IMPARTEN SABOR AMARGO

| A L I M E N T O               | C O L O R A N T E               | CANTIDADES SUPERIORES A |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Yogurt                        | Color Achiote en Polvo          | 0.60 g/Kg               |
| Helados                       | Color Achiote en Polvo          | 0.70 g/l                |
| Bebidas de Leche en Polvo     | Color Achiote en Polvo          | 15 g/Kg                 |
| Bebidas de Leche Líquidas     | Color Achiote en Polvo          | 8 g/Kg                  |
| Jarabes Concentrados          | Color achiote en Polvo          | 1.5 g/l                 |
| Refrescos Carbonatados        | Color Achiote en Polvo          | 0.5 g/l                 |
| Bebidas Instantáneas en Polvo | Color Achiote en Polvo          | 5 g/Kg                  |
| Aderezos                      | Color Achiote Soluble en Aceite | 110 g/Kg                |
| Consomé                       | Color Achiote en Polvo          | 24 g/Kg                 |
| Puré de Tomate                | Color Achiote en Polvo          | 4.2 g/Kg                |
| Sopas                         | Color Achiote en Polvo          | 1.8 g/Kg                |
| Pan                           | Color Achiote en Polvo          | 2 g/Kg                  |
| Galletas                      | Color Achiote en Polvo          | 3 g/Kg                  |
| Caramelo Duro                 | Color Achiote en Polvo          | 0.1 g/Kg                |
| Gomitas                       | Color Achiote en Polvo          | 0.35 g/Kg               |
| Malvavisco                    | Color Achiote en Polvo          | 0.8 g/Kg                |

## 5.2 DOSIFICACION

En la tabla 5.2 se presentan los resultados correspondientes, - estando expresados como gramos de colorante extraído de achiote, o - gramos de colorante artificial por kilogramo o litro de alimento.

Los tonos dados por el colorante extraído de achiote en los dis tintos alimentos se señalan en la tabla 5.3.

El pH presentado por los diferentes alimentos antes y después - de adicionarles el colorante extraído de achiote se indican en la -- tabla 5.4.

## 5.3 DETERMINACION DE ESTABILIDAD

En la tabla 5.5 se muestran los resultados correspondientes.

Las bebidas de leche en polvo rehidratadas presentaron sedimentación del color achiote, directamente proporcional a la cantidad de colorante adicionado a cada prueba, en un tiempo de 24 horas. Pasado este tiempo se agitaron las pruebas, viéndose que se redisolvió el - colorante, sin embargo transcurridos 30 minutos aproximadamente, volv ía a sedimentarse. Lo mismo sucedió en las bebidas refrescantes pre paradas con jarabes concentrados, bebidas instantáneas en polvo rehi dratadas y consomé en polvo rehidratado.

Los refrescos carbonatados presentaron sedimentación del color- achiote, directamente proporcional a la cantidad de colorante agrega do a cada prueba, a los 15 días de estar en prueba de estabilidad. La sedimentación fue mayor en los refrescos que se encontraban a tem peratura ambiente que en los que estaban a temperatura de refrigeración (10°C), en éstos hubo ligera sedimentación. Con el paso del --- tiempo la sedimentación presentada aumentó, siendo siempre menor en los de temperatura de refrigeración.

Al calentar el consomé rehidratado, se pudo observar que si se dejaba hervir, se decoloraba un poco. Igual sucedió con la masa para pan y galletas después de hornearla, y con el puré de tomate y la so pa luego de esterilizar las latas.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

T A B L A 5.2

## RESULTADOS DE LA DOSIFICACION

| A L I M E N T O S             |   | COLORANTE                    | DOSIS REQUERIDA          | T O T A L  |
|-------------------------------|---|------------------------------|--------------------------|------------|
| YOGURT                        | Sabor Durazno                           | Achiote en Polvo             | 0.025 g/Kg               | 0.025 g/Kg |
|                               | Sabor Naranja                           | Achiote en Polvo             | 0.14 g/Kg                | 0.14 g/Kg  |
|                               | Sabor Mamey                             | Achiote en Polvo             | 0.26 g/Kg                | 0.26 g/Kg  |
|                               | Sabor Mamey Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo 5<br>Amarillo 6     | 0.040 g/Kg<br>0.007 g/Kg | 0.047 g/Kg |
| HELADOS                       | Sabor Vainilla                          | Achiote en Polvo             | 0.05 g/l                 | 0.05 g/l   |
|                               | Sabor Rompopo                           | Achiote en Polvo             | 0.12 g/l                 | 0.12 g/l   |
|                               | Sabor Mango                             | Achiote en Polvo             | 0.20 g/l                 | 0.20 g/l   |
|                               | Sabor Mango Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo 5<br>Amarillo 6     | 0.08 g/l<br>0.03 g/l     | 0.11 g/l   |
| BEBIDAS DE LE<br>CHE EN POLVO | Sabor Plátano                           | Achiote en Polvo             | 0.5 g/Kg                 | 0.5 g/Kg   |
|                               | Sabor Nuez                              | Achiote en Polvo             | 1.5 g/Kg                 | 1.5 g/Kg   |
|                               | Sabor Durazno                           | Achiote en Polvo             | 5 g/Kg                   | 5 g/Kg     |
| BEBIDAS DE LE<br>CHE LIQUIDAS | Sabor Durazno Colo-<br>rante Artificial | Amarillo 5<br>Café Comercial | 0.5 g/Kg<br>0.1 g/Kg     | 0.6 g/Kg   |
|                               | Sabor Vainilla                          | Achiote en Polvo             | 1.5 g/Kg                 | 1.5 g/Kg   |
| BEBIDAS DE LE<br>CHE LIQUIDAS | Sabor Mango                             | Achiote en Polvo             | 3 g/Kg                   | 3 g/Kg     |
|                               | Sabor Mango Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo 5<br>Amarillo 6     | 0.424 g/Kg<br>0.169 g/Kg |            |
|                               |   | Rojo 5                       | 0.339 g/Kg               |            |
|                               |   | Azul 1                       | 0.025 g/Kg               | 0.957 g/Kg |
| JARABES                       | Sabor Píafa                             | Achiote en Polvo             | 0.1 g/l                  | 0.1 g/l    |
|                               | Sabor Mango                             | Achiote en Polvo             | 0.233 g/l                | 0.233 g/l  |
|                               | Sabor Naranja                           | Achiote en Polvo             | 0.333 g/l                | 0.333 g/l  |
| CONCENTRADOS                  | Sabor Naranja Colo-<br>rante Artificial | Amarillo 5<br>Amarillo 6     | 0.0866 g/l<br>0.1033 g/l | 0.1899 g/l |

T A B L A 5.2 (continuación)

| A L I M E N T O S                     | C O L O R A N T E                          | D O S I S R E Q U E R I D A | T O T A L  |           |
|---------------------------------------|--|-----------------------------|------------|-----------|
| REFRESCOS                             | Sabor Piña                                 | Achiote en Polvo            | 0.022 g/l  | 0.022 g/l |
|                                       | Sabor Mango                                | Achiote en Polvo            | 0.050 g/l  | 0.050 g/l |
|                                       | Sabor Manzana                              | Achiote en Polvo            | 0.066 g/l  | 0.066 g/l |
| CARBONATADOS                          | Sabor Naranja                              | Achiote en Polvo            | 0.10 g/l   | 0.10 g/l  |
|                                       | Sabor Mandarina                            | Achiote en Polvo            | 0.132 g/l  | 0.132 g/l |
|                                       | Sabor Mandarina, Colo-<br>rante Artificial | Amarillo 5                  | 0.0360 g/l |           |
|                                       |  | Amarillo 6                  | 0.0440 g/l |           |
|                                       | Rojo 6                                     | 0.0014 g/l                  | 0.0814 g/l |           |
| BEBIDAS INS-<br>TANTANEAS EN<br>POLVO | Sabor Manzana                              | Achiote en Polvo            | 0.4 g/Kg   | 0.4 g/Kg  |
|                                       | Sabor Durazno                              | Achiote en Polvo            | 0.8 g/Kg   | 0.8 g/Kg  |
|                                       | Sabor Naranja                              | Achiote en Polvo            | 1.4 g/Kg   | 1.4 g/Kg  |
|                                       | Sabor Naranja, Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo 5                  | 0.35 g/Kg  |           |
|                                       |  | Amarillo 6                  | 0.35 g/Kg  | 0.70 g/Kg |
| ADEREZOS                              | Tipo Salsa Mil Islas                       | Achiote Soluble en Aceite   | 1.25 g/Kg  | 1.25 g/Kg |
|                                       | Para Sandwiches                            | Achiote Soluble en Aceite   | 2.5 g/Kg   | 2.5 g/Kg  |
|                                       | Tipo Salsa Francesa                        | Achiote Soluble en Aceite   | 15 g/Kg    | 15 g/Kg   |
|                                       | Para Carnes                                | Achiote Soluble en Aceite   | 100 g/Kg   | 100 g/Kg  |
|                                       | Para Carnes, Colo-<br>rante Artificial     | Laca Naranja Comercial      | 10 g/Kg    | 10 g/Kg   |
| CONSOME                               | Sabor Res                                  | Achiote en Polvo            | 6 g/Kg     | 6 g/Kg    |
|                                       |  | Laca Negro Comercial        | 3.5 g/Kg   | 9.5 g/Kg  |
|                                       | Sabor Tomate                               | Achiote en Polvo            | 10 g/Kg    | 10 g/Kg   |
|                                       | Sabor Camarón                              | Achiote en Polvo            | 16 g/Kg    | 16 g/Kg   |
|                                       | Sabor Camarón, Colo-<br>rante Artificial   | Laca Café Rojito Comercial  | 4 g/Kg     |           |
|                                       |  | Laca Café Comercial         | 3 g/Kg     | 7 g/Kg    |

T A B L A 5.2 (continuación)

| A L I M E N T O S    |  | C O L O R A N T E  | D O S I S R E Q U E R I D A | T O T A L    |
|----------------------|--|--------------------|-----------------------------|--------------|
| PURE<br>DE<br>TOMATE | Puré de Tomate                             | Achiote en Polvo   | 1 g /Kg                     | 1 g/Kg       |
|                      | Salsa Catsup                               | Achiote en Polvo   | 2 g/Kg                      | 2 g/Kg       |
|                      | Puré de Tomate Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo 5         | 0.00866 g/Kg                |              |
|                      |  | Amarillo 6         | 0.01330 g/Kg                |              |
|                      |  | Rojo 5             | 0.00600 g/Kg                |              |
|                      |  | Azul 1             | 0.00043 g/Kg                | 0.02839 g/Kg |
| SOPAS                | Sabor Elote                                | Achiote en Polvo   | 0.166 g/Kg                  | 0.166 g/Kg   |
|                      | Sabor Zanahoria                            | Achiote en Polvo   | 0.833 g/Kg                  | 0.833 g/Kg   |
|                      | Sabor Camarón y/o Verduras                 | Achiote en Polvo   | 1.166 g/Kg                  | 1.166 g/Kg   |
|                      | Sabor Tomate                               | Achiote en Polvo   | 1.666 g/Kg                  | 1.666 g/Kg   |
|                      | Sabor Tomate, Colorante<br>Artificial      | Naranja Comercial  | 0.41660 g/Kg                |              |
|                      |  | Azul 1             | 0.00066 g/Kg                | 0.41726 g/Kg |
| PAN                  | Refuerzo de Color                          | Achiote en Polvo   | 0.0533 g/Kg                 | 0.0533 g/Kg  |
|                      | Sabor Vainilla                             | Achiote en Polvo   | 0.080 g/Kg                  | 0.080 g/Kg   |
|                      | Sabor Piña                                 | Achiote en Polvo   | 0.1066 g/Kg                 | 0.1066 g/Kg  |
|                      | Sabor Naranja                              | Achiote en Polvo   | 0.30 g/Kg                   | 0.30 g/Kg    |
|                      | Sabor Zanahoria                            | Achiote en Polvo   | 0.50 g/Kg                   | 0.50 g/Kg    |
|                      | Sabor Zanahoria, Colo-<br>rante Artificial | Amarillo Comercial | 2.2 g/Kg                    | 2.2 g/Kg     |
| GALLETAS             | Refuerzo de Color                          | Achiote en Polvo   | 0.24 g/Kg                   | 0.24 g/Kg    |
|                      | Sabor Naranja                              | Achiote en Polvo   | 0.45 g/Kg                   | 0.45 g/Kg    |
|                      | Sabor Naranja, Colo-<br>rante Artificial   | Amarillo Comercial | 4 g/Kg                      | 4 g/Kg       |

T A B L A 5.2 (continuación)

| A L I M E N T O S | C O L O R A N T E   | DOSIS REQUERIDA                 | T O T A L   |             |
|-------------------|---|---------------------------------|-------------|-------------|
| CARAMELO<br>DURO  | Sabor Piña  | Achiote en Polvo                | 0.03 g/Kg   | 0.03 g/Kg   |
|                   | Sabor Mango   | Achiote en Polvo                | 0.05 g/Kg   | 0.05 g/Kg   |
|                   | Sabor Naranja   | Achiote en Polvo                | 0.08 g/Kg   | 0.08 g/Kg   |
|                   | Sabor Naranja, Colo-<br>rante Artificial                  | Kubicolor Amarillo<br>Comercial | 0.13 g/Kg   | 0.13 g/Kg   |
| GOMITAS           | Sabor Piña  | Achiote en Polvo                | 0.030 g/Kg  | 0.030 g/Kg  |
|                   | Sabor Durazno   | Achiote en Polvo                | 0.050 g/Kg  | 0.050 g/Kg  |
|                   | Sabor Naranja   | Achiote en Polvo                | 0.12 g/Kg   | 0.12 g/Kg   |
|                   | Sabor Mandarina   | Achiote en Polvo                | 0.20 g/Kg   | 0.20 g/Kg   |
|                   | Sabor Mandarina, Colo-<br>rante Artificial                | Kubicolor Amarillo<br>Comercial | 0.325 g/Kg  | 0.325 g/Kg  |
| MALVAVISCO        | Sabor Manzana   | Achiote en Polvo                | 0.0483 g/Kg | 0.0483 g/Kg |
|                   | Sabor Durazno   | Achiote en Polvo                | 0.1290 g/Kg | 0.1290 g/Kg |
|                   | Sabor Naranja   | Achiote en Polvo                | 0.3225 g/Kg | 0.3225 g/Kg |
|                   | Sabor Mamey y/o Man-<br>darina                            | Achiote en Polvo                | 0.4838 g/Kg | 0.4838 g/Kg |
|                   | Sabor Mamey y/o Man-<br>darina, Colorante Ar-<br>tificial | Amarillo Comercial              | 0.12 g/Kg   | 0.12 g/Kg   |

T A B L A 5.3

TONOS DADOS POR EL COLORANTE EXTRAIDO DE ACHIOTE

| A L I M E N T O S                              | C O L O R A N T E      | T O N O S                                     |
|--|------------------------|---|
| Yogurt   | Color Achiote en Polvo | De Durazno pálido a Naranja muy oscuro        |
| Helados  | Color Achiote en Polvo | De Crema claro a Amarillo Naranja muy-oscuro  |
| Bebidas de Leche en Polvo                      | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja muy oscuro        |
| Bebidas de Leche en Polvo Rehidratadas         | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja oscuro            |
| Bebidas de Leche Líquidas                      | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Café Rojizo muy -- oscuro |
| Bebidas de Leche Líquidas Preparadas           | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja oscuro            |
| Jarabes Concentrados                           | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja Rojizo muy oscuro |
| Bebidas Preparadas con -- Jarabes Concentrados | Color Achiote en Polvo | De Amarillo pálido a Naranja oscuro           |
| Refrescos Carbonatados                         | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja Rojizo muy oscuro |
| Bebidas Instantáneas en - Polvo                | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja Rojizo muy oscuro |
| Bebidas Instantáneas en - Polvo Rehidratadas   | Color Achiote en Polvo | De Amarillo claro a Naranja oscuro            |

T A B L A 5.3 (continuación)

| A L I M E N T O S   | C O L O R A N T E               | T O N O S                                      |
|---------------------|---------------------------------|--|
| Aderezos            | Color Achiote Soluble en Aceite | De Durazno pálido a Naranja Rojizo muy oscuro  |
| Consomé             | Color Achiote en Polvo          | De Café claro a Café Rojizo muy oscuro         |
| Consomé Rehidratado | Color Achiote en Polvo          | De Café claro a Café Rojizo oscuro             |
| Puré de Tomate      | Color Achiote en Polvo          | De Rojo claro a Rojo muy oscuro                |
| Sopas               | Color Achiote en Polvo          | De Amarillo pálido a Rojo oscuro               |
| Pan                 | Color Achiote en Polvo          | De Crema claro a Naranja Rojizo muy oscuro     |
| Galletas            | Color Achiote en Polvo          | De Crema claro a Naranja Rojizo muy oscuro     |
| Caramelo Duro       | Color Achiote en Polvo          | De Amarillo pálido a Naranja Rojizo muy oscuro |
| Gomitas             | Color Achiote en Polvo          | De Paja a Naranja Rojizo oscuro                |
| Malvavisco          | Color Achiote en Polvo          | De Crema pálido a Naranja muy oscuro           |



T A B L A 5.3 (continuación)

| A L I M E N T O S   | C O L O R A N T E               | T O N O S                                      |
|---------------------|---------------------------------|--|
| Aderezos            | Color Achiote Soluble en Aceite | De Durazno pálido a Naranja Rojizo muy oscuro  |
| Consomé             | Color Achiote en Polvo          | De Café claro a Café Rojizo muy oscuro         |
| Consomé Rehidratado | Color Achiote en Polvo          | De Café claro a Café Rojizo oscuro             |
| Puré de Tomate      | Color Achiote en Polvo          | De Rojo claro a Rojo muy oscuro                |
| Sopas               | Color Achiote en Polvo          | De Amarillo pálido a Rojo oscuro               |
| Pan                 | Color Achiote en Polvo          | De Crema claro a Naranja Rojizo muy oscuro     |
| Galletas            | Color Achiote en Polvo          | De Crema claro a Naranja Rojizo muy oscuro     |
| Caramelo Duro       | Color Achiote en Polvo          | De Amarillo pálido a Naranja Rojizo muy oscuro |
| Gomitas             | Color Achiote en Polvo          | De Paja a Naranja Rojizo oscuro                |
| Malvavisco          | Color Achiote en Polvo          | De Crema pálido a Naranja muy oscuro           |

TABLA 5.4  
pH PRESENTADO POR LOS DIFERENTES ALIMENTOS.

| A L I M E N T O S                           | pH ANTES | pH DESPUES |
|---|----------|------------|
| YOGURT                                      | 4.2      | 4.4        |
| HELADOS                                     | 6.0      | 6.2        |
| BEBIDAS DE LECHE EN POLVO REHIDRATADAS      | 6.4      | 6.7        |
| BASE PARA BEBIDAS DE LECHE LIQUIDAS         | 5.6      | 5.8        |
| BEBIDAS DE LECHE LIQUIDAS PREPARADAS        | 6.4      | 6.6        |
| JARABES CONCENTRADOS                        | 5.3      | 5.6        |
| BEBIDAS PREPARADAS CON JARABES CONCENTRADOS | 6.6      | 6.7        |
| REFRESCOS CARBONATADOS                      | 3.4      | 3.6        |
| BEBIDAS INSTANTANEAS EN POLVO REHIDRATADAS  | 2.8      | 3.1        |
| ADEREZOS                                    | 3.6      | 3.8        |
| CONSOME REHIDRATADO                         | 7.2      | 6.9        |
| PURE DE TOMATE                              | 4.0      | 4.2        |
| SOPAS                                       | 6.2      | 6.5        |

T A B L A 5.5 (continuación)

| ALIMENTOS  | T I E M P O D E E S T A B I L I D A D |          |          |        |         |       |             | C O N D I C I O N E S D E E S T A B I L I D A D |   | S A B O R E S                                      |   |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|--------|---------|-------|-------------|---|---|--|---|
|            | 24 HORAS                              | 48 HORAS | 72 HORAS | 8 DIAS | 15 DIAS | 1 MES | T°=AMBIENTE | T°=35°C   |   |  |   |
| GALLETAS   | A                                     | 5        | 5        | ...    | ...     | ...   | ...         | X   |   | A= Galletas Refuerzo de Color Sin Sabor            |   |
|            | B                                     | 5        | 5        | ...    | ...     | ...   | ...         | X   |   | B= Galletas Sabor Naranja Sin Sabor                |   |
|            | C                                     | 5        | 5        | ...    | ...     | ...   | ...         | X   |   | C= Galletas Sabor Naranja Con Sabor                |   |
|            | D                                     | 5        | 5        | ...    | ...     | ...   | ...         | X   |   | D= Galletas Sabor Naranja Con Colorante Artificial |   |
|            | E                                     | 5        | 5        | ...    | ...     | ...   | ...         | X   |   | E= Galletas Testigo                                |   |
| CARAMELO   | A                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | A= Caramelo Duro Sabor Fresa Sin Sabor                        |
|            | B                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | B= Caramelo Duro Sabor Mango Sin Sabor                        |
|            | C                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | C= Caramelo Duro Sabor Mango Con Sabor                        |
|            | D                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | D= Caramelo Duro Sabor Naranja Sin Sabor                      |
| DUZO       | E                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | E= Caramelo Duro Sabor Naranja Con Colorante Artificial       |
|            | F                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | F= Caramelo Duro Testigo                                      |
| GOMITAS    | A                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | A= Gomas Sabor Fresa Sin Sabor                                |
|            | B                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | B= Gomas Sabor Durazno Sin Sabor                              |
|            | C                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | C= Gomas Sabor Durazno Con Sabor                              |
|            | D                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | D= Gomas Sabor Naranja Sin Sabor                              |
|            | E                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | E= Gomas Sabor Mandarina Sin Sabor                            |
|            | F                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | F= Gomas Sabor Mandarina Con Colorante Artificial             |
|            | G                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | G= Gomas Testigo  |
| MALVAVISCO | A                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | A= Malvavisco Sabor Manzana Sin Sabor                         |
|            | B                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | B= Malvavisco Sabor Durazno Sin Sabor                         |
|            | C                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | C= Malvavisco Sabor Naranja Sin Sabor                         |
|            | D                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | D= Malvavisco Sabor Naranja Con Sabor                         |
|            | E                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | E= Malvavisco Sabor Mamey y/o Mandarina Sin Sabor             |
|            | F                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | F= Malvavisco Sabor Mamey y/o Mandarina, Colorante Artificial |
|            | G                                     | 5        | 5        | ...    | 5       | 5     | 5           | 5   | 5 | X <sup>1</sup>                                     | G= Malvavisco Testigo   |

T A B L A 5.5 (continuación)

| ALIMENTOS      | T I E M P O D E E S T A B I L I D A D |          |        |         |       |         | CONDICIONES DE ESTABILIDAD |             | S A B O R E S |  |
|----------------|---------------------------------------|----------|--------|---------|-------|---------|----------------------------|-------------|---------------|--|
|                | 24 HORAS                              | 48 HORAS | 8 DIAS | 15 DIAS | 1 MES | 2 MESES | 3 MESES                    | T°-AMBIENTE | T°=35°C       |  |
| CONSOLES       | A                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | A= Consomé Sabor Res Sin Sabor                     |
|                | B                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | B= Consomé Sabor Tomate Sin Sabor                  |
|                | C                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | C= Consomé Sabor Tomate Con Sabor                  |
|                | D                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | D= Consomé Sabor Camarón Sin Sabor                 |
|                | E                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | E= Consomé Sabor Camarón, Con Colorante Artificial |
|                | F                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | F= Consomé Testigo                                 |
| PURÉ DE TOMATE | A                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | A= Puré de Tomate Con Color Achiote                |
|                | B                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | B= Puré de Tomate Con Colorante Artificial         |
|                | C                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | C= Puré de Tomate Testigo                          |
| SOPAS          | A                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | A= Sopa Sabor Zanahoria Con Color Achiote          |
|                | B                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | B= Sopa Sabor Zanahoria Con Colorante Artificial   |
|                | C                                     | 5*       | 5*     | 5*      | 5*    | 5*      | 5*                         | X*          | X*            | C= Sopa Testigo                                    |
| PAN            | A                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | A= Pan Refuerzo de Color Sin Sabor                 |
|                | B                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | B= Pan Sabor Vainilla Sin Sabor                    |
|                | C                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | C= Pan Sabor Vainilla Con Sabor                    |
|                | D                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | D= Pan Sabor Píña Sin Sabor                        |
|                | E                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | E= Pan Sabor Naranja Sin Sabor                     |
|                | F                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | F= Pan Sabor Zanahoria Sin Sabor                   |
|                | G                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | G= Pan Sabor Zanahoria Con Colorante Artificial    |
|                | H                                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5                          | X           | X             | H= Pan Testigo                                     |

T A B L A 5.5 (continuación)

| ALIMENTOS                     | TIEMPO DE ESTABILIDAD |          |        |         |       |         |         | CONDICIONES DE ESTABILIDAD |            |        |                   | S A B O R E S |   |   |   |  |   |  |  |
|-------------------------------|-----------------------|----------|--------|---------|-------|---------|---------|----------------------------|------------|--------|-------------------|---------------|---|---|---|--|---|--|--|
|                               | 24 HORAS              | 48 HORAS | 8 DIAS | 15 DIAS | 1 MES | 2 MESES | 3 MESES | T°REFRIGERACION            | T°AMBIENTE | T°35°C | LUZ DE HABITACION | LUZ DEL SOL   |   |   |   |  |   |  |  |
| JARABES                       | A                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | A= Jarabe Sabor Piña Sin Sabor                |  |  |
|                               | B                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | B= Jarabe Sabor Piña Con Sabor                |  |  |
|                               | C                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | C= Jarabe Sabor Mango Sin Sabor               |  |  |
|                               | D                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | D= Jarabe Sabor Naranja Sin Sabor             |  |  |
|                               | E                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | E= Sabor piña Sin Sabor, Con Enturbiantes     |  |  |
|                               | F                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | F= Sabor Mango Sin Sabor, Con Enturbiantes    |  |  |
| CONCENTRADOS                  | G                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | G= Sabor Naranja Sin Sabor, Con Enturbiantes  |  |  |
|                               | H                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | H= Jarabe Sabor Naranja, Colorante Artificial |  |  |
|                               | I                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | X                 | X             |   |   |   |  | I= Jarabe Testigo                             |  |  |
|                               | A                     | 5        | 5      | ...     | 4     | 5       | 3       | 4                          | 2          | 4      | 3                 | 1             | 2 | X | X |  |   | A= Refresco Sabor Piña Sin Sabor             |  |
|                               | B                     | 5        | 5      | ...     | 4     | 5       | 3       | 4                          | 2          | 4      | 3                 | 1             | 2 | X | X |  |   | B= Refresco Sabor Mango Sin Sabor            |  |
|                               | C                     | 5        | 5      | ...     | 4     | 5       | 3       | 4                          | 2          | 4      | 3                 | 1             | 2 | X | X |  |   | C= Refresco Sabor Mango Con Sabor            |  |
| CARBONATADOS                  | D                     | 5        | 5      | ...     | 4     | 5       | 3       | 4                          | 2          | 4      | 3                 | 1             | 2 | X | X |  |   | D= Refresco Sabor Naranja Sin Sabor          |  |
|                               | E                     | 5        | 5      | ...     | 4     | 5       | 3       | 4                          | 2          | 4      | 3                 | 1             | 2 | X | X |  |   | E= Refresco Sabor Mandarina Sin Sabor        |  |
|                               | F                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | 5 | X | X |  |   | F= Refresco Sabor Mandarina, Col. Artificial |  |
|                               | G                     | 5        | 5      | ...     | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | 5 | X | X |  |   | G= Refresco Testigo                          |  |
|                               | A                     | 4        | 3      | 3       | 1     | ...     | ...     | ...                        | ...        | ...    |                   |               | X | X |   |  |   |  | A= Bebida Sabor Manzana Sin Sabor            |
|                               | B                     | 4        | 3      | 3       | 1     | ...     | ...     | ...                        | ...        | ...    |                   |               | X | X |   |  |   |  | B= Bebida Sabor Manzana Con Sabor            |
| BEBIDAS INSTANTANEAS EN POLVO | C                     | 4        | 3      | 3       | 2     | ...     | ...     | ...                        | ...        |        |                   | X             | X |   |   |  |   | C= Bebida Sabor Durazno Sin Sabor            |  |
|                               | D                     | 4        | 3      | 3       | 2     | ...     | ...     | ...                        | ...        |        |                   | X             | X |   |   |  |   | D= Bebida Sabor Naranja Sin Sabor            |  |
|                               | E                     | 5        | 5      | 5       | 5     | ...     | ...     | ...                        | ...        | ...    |                   |               | X | X |   |  |   |  | E= Aderezo Sabor Naranja, Col. Artificial    |
|                               | F                     | 5        | 5      | 5       | 5     | ...     | ...     | ...                        | ...        | ...    |                   |               | X | X |   |  |   |  | F= Bebida Testigo                            |
| ADEREZOS                      | A                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | A= Aderezo Tipo Salsa Mil Islas              |
|                               | B                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | B= Aderezo Para Sandwiches                   |
|                               | C                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | C= Aderezo Tipo Salsa Francesa               |
|                               | D                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | D= Aderezo Para Carnes                       |
|                               | E                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | E= Aderezo Para Carnes, Colorante Artificial |
|                               | F                     | 5        | 5      | 5       | 5     | 5       | 5       | 5                          | 5          | 5      | 5                 | 5             | X | X |   |  |   |  | F= Aderezo Testigo                           |

## R E S U L T A D O S D E L A D E T E R M I N A C I O N D E E S T A B I L I D A D

| ALIMENTOS                 | T I E M P O D E E S T A B I L I D A D |          |          |        |         |       |         | C O N D I C I O N E S D E E S T A B I L I D A D |                 |               |            | S A B O R E S |         |                   |                         |
|---------------------------|---------------------------------------|----------|----------|--------|---------|-------|---------|---|-----------------|---------------|------------|---------------|---------|-------------------|-------------------------|
|                           | 24 HORAS                              | 48 HORAS | 72 HORAS | 8 DIAS | 15 DIAS | 1 MES | 2 MESES | 3 MESES   | T°REFRIGERACION | T°CONGELACION | T°AMBIENTE |               | T°a35°C | LUZ DE HABITACION | LUZ DEL SOL             |
| YOGURT                    | A                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 4       | 2   | ...             | X             |            |               |         |                   | A= S. Naranja Sin Sabor |
|                           | B                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 4       | 2   | ...             | X             |            |               |         |                   | B= S. Naranja Sin Sabor |
|                           | C                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 4       | 2   | ...             | X             |            |               |         |                   | C= S. Naranja Con Sabor |
|                           | D                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 4       | 2   | ...             | X             |            |               |         |                   | D= S. Massey Sin Sabor  |
|                           | E                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | 5   | ...             | X             |            |               |         |                   | E= Mamey, C. Artificial |
|                           | F                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | 5   | ...             | X             |            |               |         |                   | F= Yogurt Testigo       |
| HELADOS                   | A                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | A= S. Vainilla S/Sabor  |
|                           | B                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | B= S. Kopepe Sin Sabor  |
|                           | C                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | C= S. Kopepe Con Sabor  |
|                           | D                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | D= S. Mango Sin Sabor   |
|                           | E                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | E= Mango, C. Artificial |
|                           | F                                     | 5        | ...      | 5      | 5       | 5     | 5       | ...   | ...             |               | X          |               |         |                   | F= Helado Testigo       |
| BEBIDAS DE LECHE EN POLVO | A                                     | 5        | 5*       | 5*     | 3*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | A= S. Filiano Sin Sabor |
|                           | B                                     | 5        | 4*       | 5*     | 3*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | B= Sabor Fuez Sin Sabor |
|                           | C                                     | 5        | 4*       | 5*     | 3*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | C= Sabor Fuez Con Sabor |
|                           | D                                     | 5        | 4*       | 5*     | 3*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | D= S. Durazno Sin Sabor |
|                           | E                                     | 5        | 5*       | 5*     | 5*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | E= Durazno, C. Artif.   |
|                           | F                                     | 5        | 5*       | 5*     | 5*      | ...   | ...     | ...   | ...             |               |            |               |         |                   | F= Bebida Testigo       |
| BEBIDAS DE LECHE LIQUIDAS | A                                     | 5        | 5*       | ...    | ...     | 5*    | 5*      | 5*  | 5*              | 5*            | 5*         | 5*            | 5*      | 5*                | A= S. Vainilla S/Sabor  |
|                           | B                                     | 5        | 5*       | ...    | ...     | 5*    | 5*      | 5*  | 5*              | 5*            | 5*         | 5*            | 5*      | 5*                | B= S. Vainilla C/Sabor  |
|                           | C                                     | 5        | 5*       | ...    | ...     | 5*    | 5*      | 5*  | 5*              | 5*            | 5*         | 5*            | 5*      | 5*                | C= S. Mango Sin Sabor   |
|                           | D                                     | 5        | 5*       | ...    | ...     | 5*    | 5*      | 5*  | 5*              | 5*            | 5*         | 5*            | 5*      | 5*                | D= Mango, C. Artificial |
|                           | E                                     | 5        | 5*       | ...    | ...     | 5*    | 5*      | 5*  | 5*              | 5*            | 5*         | 5*            | 5*      | 5*                | E= Bebida Testigo       |

#### 5.4 EVALUACION SENSORIAL

En la tabla 5.6 se muestran los resultados correspondientes al cuestionario de identificación del sabor con base en el color de las muestras. De los juicios emitidos por cada uno de los diez jueces empleados en la evaluación, se seleccionaron aquellos que se indicaron con una frecuencia de cinco veces o más para cada concentración de colorante extraído de achiote en los diferentes alimentos.

En la tabla 5.7 se presentan los resultados correspondientes al cuestionario de aceptación.

En las bebidas de leche líquidas y en los jarabes concentrados, solamente se evaluaron las bebidas ya preparadas con ellos, debido a que tanto las bases para bebida de leche líquida, como los jarabes concentrados dieron tonos muy oscuros, no representativos del sabor de las bebidas correspondientes.

En el caso de los aderezos, no se aplicó el cuestionario de identificación del sabor con base en el color de las muestras, ya que se consideró que sería difícil para los jueces asociarlos con el tipo al que pertenecían, por no ser productos de consumo cotidiano.

En el puré de tomate, únicamente se aplicó el cuestionario de aceptación, porque no había sabor a identificar.

#### 5.5 CALCULO DE COSTOS DE COLORACION

En la tabla 5.8 se indican los costos (dados en dólares americanos) por kilogramo de color achiote en polvo, color achiote soluble en aceite, y de los colorantes artificiales utilizados en este estudio.

En la tabla 5.9 se señalan los resultados correspondientes al cálculo de costos de coloración, estando expresados como el costo de los gramos de color achiote en polvo, color achiote soluble en aceite, o colorantes artificiales necesarios para colorear un kilogramo, o un litro de alimento, y dados en dólares americanos.

T A B L A 5.6  
 RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL  
 CUESTIONARIO DE IDENTIFICACION DEL SABOR  
 CON BASE EN EL COLOR DE LAS MUESTRAS

| A L I M E N T O S   | CLAVES | JUICIOS EMITIDOS           | CONCENTRACION DE<br>COLOR ACHIOTE |
|---|--------|----------------------------|-----------------------------------|
| Y O G U R T   | W73    | Durazno                    | 0.025 g/Kg                        |
|   | B46    | Naranja                    | 0.140 g/Kg                        |
|   | J20    | Mamey                      | 0.260 g/Kg                        |
| H E L A D O S   | S22    | Mango                      | 0.20 g/l                          |
|   | L71    | Vainilla                   | 0.05 g/l                          |
|   | A63    | Rompope                    | 0.12 g/l                          |
| B E B I D A S D E<br>L E C H E<br>E N P O L V O                           | R17    | Nuez                       | 1.5 g/Kg                          |
|   | H58    | Durazno                    | 5.0 g/Kg                          |
|   | N29    | Plátano                    | 0.5 g/Kg                          |
| B E B I D A S D E L E<br>C H E E N P O L V O -<br>R E H I D R A T A D A S | M44    | Plátano                    | 0.5 g/Kg                          |
|   | X35    | Nuez                       | 1.5 g/Kg                          |
|   | E16    | Durazno                    | 5.0 g/Kg                          |
| B E B I D A S D E L E<br>C H E L I Q U I D A S                            | Y290   | Vainilla                   | 1.5 g/Kg                          |
|   | L617   | Mango                      | 3.0 g/Kg                          |
| B E B I D A S   | L333   | Mango                      | 0.233 g/l                         |
|   | B496   | Naranja                    | 0.333 g/l                         |
|   | X185   | Piña                       | 0.100 g/l                         |
| P R E P A R A D A S   | J572   | Naranja con<br>enturbiante | 0.333 g/l                         |
|   | I747   | Mango con<br>enturbiante   | 0.100 g/l                         |
| C O N J A R A B E S   | I747   | Mango con<br>enturbiante   | 0.100 g/l                         |
| C O N C E N T R A D O S   | C921   | Papaya con<br>enturbiante  | 0.233 g/l                         |
| R E F R E S C O S   | AM101  | Mango                      | 0.050 g/l                         |
|   | OK758  | Mandarina                  | 0.132 g/l                         |
|   | CR910  | Manzana                    | 0.066 g/l                         |
| C A R B O N A T A D O S   | N2286  | Piña                       | 0.022 g/l                         |
|   | SQ354  | Naranja                    | 0.100 g/l                         |



T A B L A 5.6 (continuación)

| A L I M E N T O S                         | CLAVES | JUICIOS EMITIDOS | CONCENTRACION DE<br>COLOR ACHIOTE |
|---|--------|------------------|-----------------------------------|
| BEBIDAS<br>INSTANTANEAS<br>EN POLVO       | A96    | Naranja          | 1.4 g/l                           |
|   | E39    | Durazno          | 0.8 g/l                           |
|   | T55    | Manzana          | 0.4 g/l                           |
| BEBIDAS INST.<br>EN POLVO<br>REHIDRATADAS | C48    | Naranja          | 1.4 g/l                           |
|   | R72    | Durazno          | 0.8 g/l                           |
|   | J89    | Manzana          | 0.4 g/l                           |
| CONSOME                                   | S276   | Tomate           | 10 g/Kg                           |
|   | Z180   | Res              | 6 g/Kg                            |
|   | L399   | Camarón          | 16 g/Kg                           |
| CONSOME<br>REHIDRATADO                    | X404   | Tomate           | 10 g/Kg                           |
|   | A658   | Res              | 6 g/Kg                            |
|   | N924   | Camarón          | 16 g/Kg                           |
| SOPAS                                     | MR217  | Tomate           | 1.666 g/Kg                        |
|   | CH325  | Camarón          | 1.166 g/Kg                        |
|   | AD784  | Elote            | 0.166 g/Kg                        |
|   | BU109  | Zanahoria        | 0.833 g/Kg                        |
| PAN                                       | TZ36   | Naranja          | 0.300 g/Kg                        |
|   | CA09   | Vainilla         | 0.080 g/Kg                        |
|   | QG71   | Zanahoria        | 0.500 g/Kg                        |
|   | OH24   | Piña             | 0.106 g/Kg                        |
| GALLETAS                                  | SJ84   | Naranja          | 0.45 g/Kg                         |
| CAMELO<br>DURO                            | A630   | Mango            | 0.05 g/Kg                         |
|   | R829   | Naranja          | 0.08 g/Kg                         |
|   | D104   | Piña             | 0.03 g/Kg                         |
| GOMITAS                                   | LA28   | Mandarina        | 0.20 g/Kg                         |
|   | KI58   | Piña             | 0.03 g/Kg                         |
|   | RH30   | Naranja          | 0.12 g/Kg                         |
|   | GS94   | Durazno          | 0.05 g/Kg                         |
| MALVAVISCO                                | HB183  | Manzana          | 0.048 g/Kg                        |
|   | XJ377  | Durazno          | 0.129 g/Kg                        |
|   | LL542  | Naranja          | 0.322 g/Kg                        |
|   | AR639  | Mandarina        | 0.483 g/Kg                        |

T A B L A 5.7

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL  
CUESTIONARIO DE ACEPTACION

| A L I M E N T O S                           |                               | VALOR ESCALA Y FRECUENCIA |   |   |   |   |   |   |   |   | MEDIA           | ACEPTACION  |
|---|-------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|-------------|
|   |                               | 9                         | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |                 |             |
| YOGURT                                      | Sabor Durazno                 | 4                         | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.0$ | Mucha       |
|   | Sabor Naranja                 | 0                         | 6 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.5$ | Moderada    |
|   | Sabor Mamey                   | 4                         | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.7$ | Extremada   |
| HELADOS                                     | Sabor Vainilla                | 6                         | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha       |
|   | Sabor Romope                  | 4                         | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha       |
|   | Sabor Mango                   | 3                         | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.8$ | Mucha       |
| BEBIDAS DE LECHE EN POLVO                   | Sabor Plátano                 | 2                         | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.0$ | Mucha       |
|   | Sabor Nuez                    | 2                         | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.5$ | Moderada    |
| BEBIDAS DE LECHE EN POLVO REHIDRAT.         | Sabor Durazno                 | 1                         | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.2$ | Moderada    |
|   | Sabor Plátano                 | 3                         | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.1$ | Mucha       |
|   | Sabor Nuez                    | 1                         | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.3$ | Moderada    |
| BEBIDAS DE LECHE                            | Sabor Durazno                 | 1                         | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.2$ | Moderada    |
|   | Sabor Vainilla                | 3                         | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.8$ | Mucha       |
|   | Sabor Mango                   | 2                         | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.6$ | Mucha       |
| BEBIDAS PREPARADAS CON JARABES CONCENTRADOS | Sabor Piña                    | 4                         | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha       |
|   | Sabor Mango                   | 1                         | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.6$ | Mucha       |
|   | Sabor Naranja                 | 6                         | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada   |
|   | Sabor Piña con Enturbiante    | 0                         | 0 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | $\bar{X} = 5.5$ | Indiferente |
|   | Sabor Mango con Enturbiante   | 0                         | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 6.2$ | Ligera      |
|   | Sabor Naranja con Enturbiante | 2                         | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.4$ | Moderada    |

T A B L A 5.7 (continuación)

| A L I M E N T O S  |                         | VALOR ESCALA Y FRECUENCIA |   |   |   |   |   |   |   |   | MEDIA           | ACEPTACION |
|--|-------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|------------|
|  |                         | 9                         | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |                 |            |
| REFRESCOS  | Sabor Piña              | 6                         | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.5$ | Mucha      |
|  | Sabor Mango             | 4                         | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.1$ | Mucha      |
|  | Sabor Manzana           | 5                         | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
| CARBONATADOS   | Sabor Naranja           | 7                         | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.7$ | Extremada  |
|  | Sabor Mandarina         | 8                         | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.8$ | Extremada  |
| BEBIDAS INS-<br>TANTANEAS EN<br>POLVO                    | Sabor Manzana           | 2                         | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.5$ | Moderada   |
|  | Sabor Durazno           | 4                         | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha      |
|  | Sabor Naranja           | 7                         | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.7$ | Extremada  |
| BEBIDAS INS-<br>TANTANEAS EN<br>POLVO REHI--<br>DRATADAS | Sabor Manzana           | 2                         | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.4$ | Moderada   |
|  | Sabor Durazno           | 6                         | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.5$ | Mucha      |
|  | Sabor Naranja           | 9                         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.9$ | Extremada  |
| ADBEREZOS  | Tipo Salsa Mil<br>Islas | 4                         | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.2$ | Mucha      |
|  | Para Sandwiches         | 0                         | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.7$ | Mucha      |
|  | Tipo Salsa Francesa     | 5                         | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
|  | Para Carnes             | 6                         | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada  |
| CONSOME  | Sabor Res               | 5                         | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.1$ | Mucha      |
|  | Sabor Tomate            | 4                         | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.0$ | Mucha      |
|  | Sabor Camarón           | 6                         | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
| CONSOME<br>REHIDRA-<br>TADO                              | Sabor Res               | 5                         | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.1$ | Mucha      |
|  | Sabor Tomate            | 4                         | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.0$ | Mucha      |
|  | Sabor Camarón           | 6                         | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |

T A B L A 5.7 (continuación)

| A L I M E N T O S |                            | VALOR ESCALA Y FRECUENCIA |   |   |   |   |   |   |   |   | MEDIA           | ACEPTACION |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|------------|
|                   |                            | 9                         | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |                 |            |
| PURE              | Puré de Tomate             | 6                         | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.5$ | Mucha      |
|                   | Sabor Elote                | 8                         | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada  |
|                   | Sabor Zanahoria            | 8                         | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.8$ | Extremada  |
| SOPAS             | Sabor Camarón y/o Verduras | 4                         | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.2$ | Mucha      |
|                   | Sabor Tomate               | 5                         | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
|                   | Refuerzo de Color          | 4                         | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
|                   | Sabor Vainilla             | 7                         | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada  |
| PAN               | Sabor Piña                 | 3                         | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.6$ | Mucha      |
|                   | Sabor Naranja              | 5                         | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.2$ | Mucha      |
|                   | Sabor Zanahoria            | 4                         | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.0$ | Mucha      |
| GALLETAS          | Refuerzo de Color          | 6                         | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.5$ | Mucha      |
|                   | Sabor Naranja              | 5                         | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha      |
| CARAMELO DURO     | Sabor Piña                 | 7                         | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada  |
|                   | Sabor Mango                | 2                         | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.7$ | Mucha      |
|                   | Sabor Naranja              | 8                         | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.8$ | Extremada  |
| GOMITAS           | Sabor Piña                 | 7                         | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.7$ | Extremada  |
|                   | Sabor Durazno              | 4                         | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.4$ | Mucha      |
|                   | Sabor Naranja              | 9                         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.9$ | Extremada  |
|                   | Sabor Mandarina            | 6                         | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.6$ | Extremada  |
| MALVA-VISCO       | Sabor Manzana              | 2                         | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.3$ | Moderada   |
|                   | Sabor Durazno              | 2                         | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 7.7$ | Mucha      |
|                   | Sabor Naranja              | 4                         | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.3$ | Mucha      |
|                   | Sabor Mamey y/o Mandarina  | 7                         | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\bar{X} = 8.7$ | Extremada  |

TABLA 5.8  
COSTOS DE LOS COLORANTES UTILIZADOS

| C O L O R A N T E S             | COSTOS POR KILOGRAMO<br>(U.S. DLLS.) |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| COLOR ACHIOTE EN POLVO          | \$193.44                             |
| COLOR ACHIOTE SOLUBLE EN ACEITE | \$10.8                               |
| AMARILLO 5                      | \$12.13                              |
| AMARILLO 6                      | \$9.84                               |
| ROJO 5                          | \$26.07                              |
| ROJO 6                          | \$20.27                              |
| AZUL 1                          | \$53.53                              |
| CAFE COMERCIAL                  | \$26.06                              |
| NARANJA COMERCIAL               | \$16.37                              |
| AMARILLO COMERCIAL              | \$15.62                              |
| AMARILLO HUEVO COMERCIAL        | \$6.52                               |
| LACA NEGRA COMERCIAL            | \$43.74                              |
| LACA NARANJA COMERCIAL          | \$12.6                               |
| LACA CAFE COMERCIAL             | \$13.5                               |
| LACA CAFE ROJIZO COMERCIAL      | \$14.95                              |
| KUBICOLOR AMARILLO COMERCIAL    | \$7.16                               |

T A B L A 5.9

## RESULTADOS DEL CALCULO DE COSTOS DE COLORACION

| A L I M E N T O                              | C O L O R A N T E      | DOSIS REQUERIDA | C O S T O   | T O T A L   |
|--|------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| YOGURT SABOR<br>MAMEY                        | Color Achiote en Polvo | 0.26 g/Kg       | \$0.0502944 | \$0.0502944 |
|  | Amarillo 5             | 0.040 g/Kg      | \$0.0004852 | \$0.0005540 |
|  | Amarillo 6             | 0.007 g/Kg      | \$0.0000688 |             |
| HELADO SABOR<br>MANGO                        | Color Achiote en Polvo | 0.20 g/l        | \$0.038688  | \$0.038688  |
|  | Amarillo 5             | 0.08 g/l        | \$0.0009704 | \$0.0012656 |
|  | Amarillo 6             | 0.03 g/l        | \$0.0002952 |             |
| BEBIDA DE LECHE<br>EN POLVO<br>SABOR DURAZNO | Color Achiote en Polvo | 5 g/Kg          | \$0.9672    | \$0.9672    |
|  | Amarillo 5             | 0.5 g/Kg        | \$0.006065  | \$0.008671  |
|  | Café Comercial         | 0.1 g/Kg        | \$0.002606  |             |
| BEBIDA DE LECHE<br>LIQUIDA<br>SABOR MANGO    | Color Achiote en Polvo | 3 g/Kg          | \$0.58032   | \$0.58032   |
|  | Amarillo 5             | 0.424 g/Kg      | \$0.005143  |             |
|  | Amarillo 6             | 0.169 g/Kg      | \$0.001667  | \$0.016986  |
|  | Rojo 5                 | 0.339 g/Kg      | \$0.008837  |             |
|  | Azul 1                 | 0.025 g/Kg      | \$0.001338  |             |
| JARABE CONCENTRADO<br>SABOR NARANJA          | Color Achiote en Polvo | 0.333 g/l       | \$0.064415  | \$0.064415  |
|  | Amarillo 5             | 0.0866 g/l      | \$0.001050  | \$0.002066  |
|  | Amarillo 6             | 0.1033 g/l      | \$0.001016  |             |
| REFRESCO CARBONATA<br>DO SABOR MANDARINA     | Color Achiote en Polvo | 0.132 g/l       | \$0.0255334 | \$0.0255334 |
|  | Amarillo 5             | 0.0360 g/l      | \$0.0004366 |             |
|  | Amarillo 6             | 0.0440 g/l      | \$0.0004329 | \$0.0008986 |
|  | Rojo 6                 | 0.0014 g/l      | \$0.0000291 |             |

T A B L A 5.9 (continuación)

| A L I M E N T O                           | C O L O R A N T E               | DOSIS REQUERIDA | C O S T O   | T O T A L   |
|---|---------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| BEBIDA INSTANTANEA EN POLVO SABOR NARANJA | Color Achiote en Polvo          | 1.4 g/Kg        | \$0.270816  | \$0.270816  |
|   | Amarillo 5                      | 0.35 g/Kg       | \$0.004245  | \$0.007689  |
|   | Amarillo 6                      | 0.35 g/Kg       | \$0.003444  |             |
| ADEREZO PARA CARNES                       | Color Achiote Soluble en Aceite | 100 g/Kg        | \$1.08      | \$1.08      |
|   | Laca Naranja Comercial          | 10 g/Kg         | \$0.126     | \$0.126     |
| CONSOME SABOR CAMARON                     | Color Achiote en Polvo          | 16 g/Kg         | \$3.09504   | \$3.09504   |
|   | Laca Café Rojizo Comercial      | 4 g/Kg          | \$0.0598    | \$0.1003    |
|   | Laca Café Comercial             | 3 g/Kg          | \$0.0405    |             |
| PURE DE TOMATE                            | Color Achiote en Polvo          | 1 g/Kg          | \$0.19344   | \$0.19344   |
|   | Amarillo 5                      | 0.00866 g/Kg    | \$0.0001051 |             |
|   | Amarillo 6                      | 0.01330 g/Kg    | \$0.0001308 | \$0.0004154 |
| SOPA SABOR TOMATE                         | Rojo 5                          | 0.00600 g/Kg    | \$0.0001564 |             |
|   | Azul 1                          | 0.00043 g/Kg    | \$0.0000231 |             |
|   | Color Achiote en Polvo          | 1.666 g/Kg      | \$0.32271   | \$0.32271   |
| PAN SABOR ZANAHORIA                       | Naranja Comercial               | 0.41660 g/Kg    | \$0.006819  | \$0.006855  |
|   | Azul 1                          | 0.00066 g/Kg    | \$0.000035  |             |
|   | Color Achiote en Polvo          | 0.5 g/Kg        | \$0.09672   | \$0.9672    |
| GALLETAS NARANJA                          | Amarillo Huevo Comercial        | 2.2 g/Kg        | \$0.014344  | \$0.014344  |
|   | Color Achiote en Polvo          | 0.45 g/Kg       | \$0.087048  | \$0.087048  |
|   | Amarillo Huevo Comercial        | 4 g/Kg          | \$0.01304   | \$0.01304   |

T A B L A 5.9 (continuación)

| A L I M E N T O  | C O L O R A N T E            | DOSIS REQUERIDA | C O S T O   | T O T A L   |
|------------------|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| CARAMELO DURO    | Color Achiote en Polvo       | 0.08 g/Kg       | \$0.0154752 | \$0.0154752 |
| SABOR NARANJA    | Kubicolor Amarillo Comercial | 0.13 g/Kg       | \$0.0009308 | \$0.0009308 |
| GOMITAS SABOR    | Color Achiote en Polvo       | 0.20 g/Kg       | \$0.038688  | \$0.038688  |
| MANDARINA        | Kubicolor Amarillo Comercial | 0.325 g/Kg      | \$0.002327  | \$0.002327  |
| MALVAVISCO SABOR | Color Achiote en Polvo       | 0.4838 g/Kg     | \$0.093586  | \$0.093586  |
| MAMEY Y/O        | Amarillo Comercial           | 0.12 g/Kg       | \$0.0018744 | \$0.0018744 |
| MANDARINA        |                              |                 |             |             |



**C A P I T U L O V I**

**D I S C U S I O N D E R E S U L T A D O S**

## DISCUSION DE RESULTADOS

## 6.1 COLOR ACHIOTE EN POLVO

Como este color es soluble en agua, resultó apropiado para aplicarse en yogurt, helados, bebidas de leche en polvo, bebidas de leche líquidas, jarabes concentrados, refrescos carbonatados, bebidas instantáneas en polvo, consomé, puré de tomate, sopas, pan, galletas, caramelo duro, gomitas y malvavisco. Pudo observarse que es más conveniente adicionar a los alimentos estudiados una solución acuosa del color achiote en polvo, que adicionárselo directamente en polvo, porque de esta forma se logra una perfecta dispersión del mismo, así como tonos homogéneos sin partículas en suspensión que dan mal aspecto al producto final. La aplicación de este color en solución pudo llevarse a cabo en la mayor parte de los productos, excepto en bebidas de leche en polvo, bebidas instantáneas en polvo, consomé y caramelo duro, donde la naturaleza de los mismos requiere un colorante en polvo.

El color achiote en polvo dió una amplia variedad de tonos en cada uno de los alimentos en los que se aplicó y dosificó; entre los múltiples tonos se seleccionaron aquellos que se consideraron más adecuados para sugerir su utilización en productos comerciales. Este colorante modificó ligeramente el pH original de todos los alimentos, lo cual no los afectó en absoluto. Las tonalidades variaron con cada alimento y estuvieron en función del pH presentado por ellos. A pH ácido (menor de 7) dió tonos crema, amarillos, durazno, naranja, naranja rojizos, rojos, cafés y café rojizos. A pH alcalino (mayor de 7) dió tonos cafés y café rojizos. Las bebidas refrescantes preparadas con jarabes concentrados a las que se les agregó enturbiantes, dieron tonos muy diferentes a los esperados, ya que se pensaba que podrían sugerirse para los mismos sabores que las que no tenían enturbiantes, pero no fue así, solamente la recomendación para sabor naranja es aplicable en ambos casos, porque si dió un tono a--

propiado para las dos, pero el de pifia y el de mango no, lo cual pudo determinarse tomando en cuenta los resultados de la evaluación -- sensorial realizada en estos productos.

A determinadas concentraciones, específicas para cada uno de los alimentos, el color achiote en polvo les impartió sabor amargo; no obstante, en todos los casos, estas cantidades resultaron ser mayores -- que las dosis que se están sugiriendo para productos comerciales, -- con las que no se presenta alteración alguna en el sabor. Razón por la cual no debe considerarse relevante el hecho de que a altas concentraciones este colorante provoque sabor amargo en los alimentos. En casi todos los productos se requirió menor cantidad de colorante artificial para dar los mismos tonos o muy semejantes a los que dió el color achiote en polvo en cada uno de ellos. Aún así, estas cantidades resultaron ser relativamente pequeñas. Solamente en galletas -- se necesitó una dosis igual, y en caramelo duro y gomitas una cantidad ligeramente menor de color achiote que de colorante artificial.

El color achiote en polvo presentó muy buena estabilidad a temperatura de refrigeración (10°C), y magnífica estabilidad a temperatura de congelación. En general fue estable a temperatura ambiente y medianamente estable a temperatura de 35°C. En todos los casos en -- que se comparó la estabilidad de este color en el mismo alimento a -- temperatura ambiente y a temperatura de 35°C, resultó ser mucho más estable a temperatura ambiente. El consomé rehidratado al hervir se decoloró un poco, lo cual indica que este color es inestable a temperatura de ebullición. La masa para pan y la masa para galletas después de horneada bajó ligeramente de tono, al igual que el puré de -- tomate y las sopas posteriormente al tratamiento térmico al que fueron sometidos, lo que significa que el color achiote en polvo se ve afectado a temperaturas mayores de 100°C. Este color tuvo moderada -- estabilidad a la luz de habitación, y poca estabilidad a la luz del sol.

En bebidas de leche en polvo rehidratadas, bebidas refrescantes pre

paradas con jarabes concentrados, bebidas instantáneas en polvo rehidratadas y consomé en polvo rehidratado, hubo sedimentación y separación en la superficie de este color en forma de puntitos rojos, lo que afectó su apariencia. Sin embargo hay que tomar en cuenta que esta clase de productos suelen consumirse inmediatamente de que son -- preparados, lo cual no da tiempo a que suceda este fenómeno y cambie su aspecto inicial, ya que se presentó en un lapso de 24 horas. Por esta razón, esta inestabilidad podría no ser un impedimento para el empleo del color achiote en polvo en este tipo de productos. En los refrescos carbonatados también hubo sedimentación de este color, pero en un lapso de 15 días, aumentó con el paso del tiempo, y fue proporcional a la cantidad adicionada a cada prueba. Esto produjo cambios rápidos de tono, y aspecto indeseable en el producto final; estas variaciones fueron más notorias en los refrescos que se encuentran a temperatura ambiente, que en los que estaban a temperatura de refrigeración (10°C), lo que significa que este color es un poco más estable a temperatura de refrigeración que a temperatura ambiente en los refrescos carbonatados; aún así, puede considerarse inestable, -- no siendo por lo tanto recomendable su aplicación en ellos, porque -- estos productos generalmente no se consumen al poco tiempo de ser elaborados, sino que tienen una vida de anaquel larga.

En relación a las pruebas a las que además de colorante se les agregó saborizante, puede verse que se comportaron de igual forma que -- las que nada más tenían colorante, lo cual indica que los saborizantes no modifican en absoluto la estabilidad del color achiote en polvo a las diferentes condiciones estudiadas. Respecto al enturbiante, se observa que si influye en la estabilidad de este colorante, ya -- que el color de los jarabes concentrados en los que se aplicó, presentó mayores cambios en un periodo menor de tiempo que el de los -- que no tenían enturbiante, tanto a temperatura ambiente como a temperatura de 35°C.

El pH de los alimentos no modificó el comportamiento del color achiote

te en polvo, bajo ninguno de los tiempos ni condiciones de estabilidad que se manejaron.

Tanto las pruebas testigo (sin color ni sabor), como las que contenían colorantes artificiales, se mantuvieron inalterables a lo largo del tiempo que se determinó su estabilidad, y en todas las condiciones.

La etapa de evaluación sensorial del presente estudio se realizó con la finalidad de tener un criterio diferente al del experimentador acerca de los sabores que se escogieron para cada alimento de acuerdo al color presentado por ellos, que permitiera saber si eran identificables como tales, o existía discrepancia de opiniones. Además se aplicó un cuestionario de aceptación, utilizando una escala hedónica que diera una idea de la aceptación que podrían tener -- los productos coloreados con colorante extraído de achiote entre el público consumidor; no significando en ningún momento que los resultados obtenidos sean extrapolables a una población muy grande de --- consumidores. Solamente se está sugiriendo que podrían usarse dichos colores en productos comerciales. Estos resultados no son definitivos, son aproximaciones que pueden ayudar a tener una base de donde partir para la aplicación de este colorante en la industria; ya que cada empresa puede tener un color distinto para un mismo sabor, ---- porque de hecho, las tonalidades varían de formulación a formula---- ción, no pudiéndose por lo tanto generalizar.

Los resultados de los cuestionarios de identificación del sabor con base en el color de las muestras, indican que casi todos los jueces pudieron asociar el color de las muestras que se les presentaron con el sabor sugerido para cada una de ellas, lo que implica que su color era el adecuado; excepto en las muestras de bebidas refrescantes preparadas con jarabes concentrados sabor mango y piña que contenían

enturbiante, cuyos colores no correspondían a los sabores propues--  
tos, pero los jueces indicaron los sabores que les parecieran más a--  
propiados para dichos colores, de los que se eligieron los que fue--  
ron señalados con mayor frecuencia, para sugerirlos en lugar de los--  
inicialmente propuestos, porque se consideró que eran representati--  
vos de la mayoría; ellos fueron sabor mango para el que era de piña,  
y sabor papaya para el de mango. Con respecto al cuestionario de a--  
ceptación, puede observarse que el color achiote en polvo tuvo en ge--  
neral buena aceptación entre los jueces; con excepción de las bebi--  
das refrescantes preparadas con jarabes concentrados sabor mango y -  
piña con enturbiante, donde el primero tuvo ligera aceptación, en --  
tanto que el segundo causó indiferencia. Debido a ésto se decidió m--  
odificar los sabores propuestos originalmente. Los resultados obteni--  
dos señalan que los jueces concordaron en la mayoría de los casos --  
con el criterio del experimentador, y que los productos coloreados -  
con achiote, podrían tener buena aceptación entre los consumidores.

Los costos de coloración con color achiote en polvo resultaron -  
ser más elevados que los costos de coloración con colorantes artifi--  
ciales en la mayor parte de los casos. Esto se debió, por un lado a -  
que el costo de un kilogramo de colorante artificial (cualquiera de -  
los dosificados), es mucho menor que el de un kilogramo de color a--  
chiote en polvo, y por otro lado, a que se requieren cantidades más -  
pequeñas de colorante artificial que de color achiote en polvo para -  
dar el mismo tono o uno muy similar en gran parte de los alimentos; -  
excepto en pan, galletas, caramelo duro y gomitas, en los que la can--  
tidad de colorante artificial necesario para igualar el tono que dió--  
el achiote fue ligeramente mayor en los tres últimos, e igual en el --  
primer producto; no obstante, el costo de coloración fue más alto con  
el color achiote en polvo que con el colorante artificial (cualquiera  
de ellos), por el precio del colorante artificial que es menor. El --  
hecho de que resulte más costosa la aplicación de colorante extraído--  
de achiote que la de colorantes artificiales, no implica que no sea -

costeable la utilización de este colorante a nivel industrial en los productos que formaron parte de este trabajo, tomando en cuenta que las dosis requeridas para colorearlos son relativamente pequeñas en comparación con las de otros ingredientes empleados en su elaboración; por lo tanto, la decisión de usar o no al achiote como colorante de alimentos, dependerá de cada industria, de cada proceso en particular, y de que tipo de color se desee emplear, natural o artificial.

### 6.2 COLOR ACHIOTE DE EXTRACCIÓN ACUOSA ALCALINA

Este color, que es soluble en agua, se aplicó en yogurt, no resultando apropiado para emplearse en él, porque si bien, por un lado lo coloreaba, por otro hacía que adquiriera características indeseables, como consistencia aguada, partículas oscuras en suspensión, y sabor a sosa y amargo; siendo así, más las desventajas que las ventajas de su aplicación. Por esta razón, se consideró inútil probarlo en los otros alimentos, descartándolo del presente estudio.

### 6.3 COLOR ACHIOTE SOLUBLE EN ACEITE

Este color se aplicó en helados y aderezos, resultando adecuado solamente para aderezos, ya que en los helados no se incorporaba bien, dándoles una apariencia grasosa que era desagradable. En cambio en los aderezos se dispersó completamente, dando tonos homogéneos, lo cual indica que el color achiote soluble en aceite es propio para utilizarse en productos con alto contenido de grasa.

Este color dió tonalidades durazno, zanahoria, ladrillo y naranja rojizo, entre las que se eligieron aquellas que se consideraron apropiadas para recondarse su empleo en productos comerciales. En dosis elevadas produce sabor amargo, cantidad que es un poco mayor que la dosis más alta sugerida como posible color comercial, con la que el sabor no se vió afectado.

Se necesita mucho menor cantidad de colorante artificial para dar el mismo tono que da el color achiote soluble en aceite. Las dosis requeridas de este color para dar tonalidades adecuadas para productos comerciales, son mucho mayores que las requeridas de color achiote en polvo.

Este color presentó una excelente estabilidad, siendo ligeramente menor a temperatura de 35°C que a temperatura ambiente. Ni la prueba testigo (sin color), ni la prueba que tenía colorante artificial variaron durante el tiempo que duró la determinación de estabilidad en ambas condiciones.

De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial, puede verse que el color achiote soluble en aceite tuvo magnífica aceptación entre los jueces, lo cual es indicador de que podría tener muy buena aceptación por parte del público consumidor.

El color achiote soluble en aceite es más caro que algunos de los colorantes artificiales usados, pero es más barato que otros; sin embargo, el costo de coloración con él, fue mayor que con los artificiales, debido a que se precisan cantidades grandes para impartir color. Es más costoso colorear con color achiote soluble en aceite, que con color achiote en polvo, a pesar que el primero es más económico que el segundo, porque son necesarias mayores dosis del color achiote soluble en aceite.



**C A P I T U L O V I I**

**C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S**

## CONCLUSIONES

7.1 El colorante extraído de achiote puede ser aplicado en diversos alimentos que incluyen: productos lácteos, bebidas refrescantes, aderezos y condimentos, productos enlatados, productos horneados, y productos de confitería.

7.2 Puede utilizarse en productos líquidos como refrescos, jaras y bebidas; en productos sólidos como pan, galletas y caramelo duro; y en mezclas secas como consomé y bebidas en polvo.

7.3 Es apropiado tanto para alimentos de pH ácido como alcalino.

7.4 El color achiote en polvo puede ser empleado para colorear yogurt, helados, bebidas en polvo, bebidas líquidas, consomé, puré de tomate, sopas, pan, galletas, caramelo duro, gomitas y malvavisco; y el color achiote soluble en aceite puede usarse para impartir color a aderezos.

7.5 Este colorante es compatible con otros colorantes, ya sean naturales o artificiales.

7.6 El colorante extraído de achiote da una amplia variedad de tonos, los cuales cambian de acuerdo al alimento en que se aplique. En general la tonalidad es amarillo-naranja, estando también en función del pH del alimento.

7.7 Es un colorante con buen poder tintóreo, ya que se requieren pequeñas dosis de él para impartir color. Presenta mayor poder tintóreo el color achiote en polvo, que el color achiote soluble en aceite.

7.8 En concentraciones elevadas, provoca sabor amargo en los alimentos, por lo que es recomendable no utilizarlo en altas cantidades para evitar sabores desagradables que causen rechazo del consumidor.

7.9 El color achiote en polvo pierde fuerza a través del tiempo,

siendo mucho más estable a temperatura ambiente que a temperatura de 35°C. Presenta muy buena estabilidad a temperatura de refrigeración (10°C), y de congelación. Es inestable a temperaturas superiores a 100°C. Tiene mediana estabilidad a la luz de habitación, y es inestable a la luz solar.

7.10 La estabilidad del color achiote en polvo no se ve modificada por la presencia de saborizante.

7.11 El color achiote soluble en aceite muestra una excelente estabilidad, ligeramente menor a temperatura de 35°C que a temperatura ambiente.

7.12 El colorante extraído de achiote es estable a pH ácido y a pH alcalino.

7.13 Son más estables los colorantes artificiales que se usaron, que el colorante extraído de achiote.

7.14 Los productos coloreados con achiote podrían tener buena aceptación entre el público consumidor que desea ingredientes de origen natural en los alimentos.

7.15 Resulta más costoso colorear los alimentos con colorante extraído de achiote que con colorantes artificiales. No obstante, los costos de coloración con él son en general bajos, debido a que las dosis necesarias para impartir color son pequeñas.

7.16 De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, puede concluirse que el colorante extraído de achiote es una buena alternativa tecnológica dentro del campo de los colorantes empleados en alimentos.

**CAPITULO VIII**

**BIBLIOGRAFIA**

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- AMOS, J. A.: "Manual de Industrias de los Alimentos", Zaragoza, Editorial Acribia, 1969, p. 471-472.
- 2.- BADUI DERGAL, Salvador: "Química de los Alimentos", México, Editorial Alhambra Mexicana, 1984, p. 271-287.
- 3.- BAILEY, L. H.: "Manual of Cultivated Plants", Nueva York, The Macmillan Company, 1949, p. 682.
- 4.- BAÑUELOS MORALES, Victor Daniel: "Aportación al Estudio de Extracción de Colorante Alimenticio del Achiote", Tesis, México, UNAM, 1982.
- 5.- BARRON MARTINEZ, Gerardo Sergio: "Comparación de Achiote (Bixa orellana L.) natural, Citraxantina (Citrus aurantius L.) sintético, Carofil Rojo Amarillo (Tagentes erecta L.) sintético, y Cromophyl-Crotreda 300 (Tagentes erecta L.) sintéticos en la Pigmentación de la Yema de Huevo", Tesis, Monterrey, ITESM, 1982.
- 6.- BIRCH, G. G. y PARKER, K. J.: "Food and Health: Science and Technology", Londres, Applied Science Publishers LTD, 1980, p. 189-190.
- 7.- BLAISTEIN, B., Silvia Nora: "Fuentes Vegetales de Carotenoides para la Industria Alimenticia", Tesis, México, UNAM, 1969.
- 8.- BLUCHER, H.: "Enciclopedia de Química Industrial", Madrid, Editorial Tecnos, 1958, Parte 1, p. 337-365.
- 9.- BLUCHER, H.: "Enciclopedia de Química Industrial", Madrid, Editorial Tecnos, 1958, Parte 2, p. 1004-1007.
- 10.- BORGSTROM, Georg: "Principles of Food Science", Toronto, Collier-Macmillan, 1969, Volumen II, p. 186.

- 11.- BRESSANI, Ricardo y otros: "Composición Química, Contenido de Aminoácidos y Valor Nutritivo de la Proteína de la Semilla de Achiote (Bixa orellana L.)", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983, 33(2), p. 356-376.
- 12.- CENTRO DE CONTROL TOTAL DE CALIDADES: "Colores en Alimentos", México, Centro de Control Informa, Marzo 1984, Volumen 3, No. 2.
- 13.- CENTRO DE CONTROL TOTAL DE CALIDADES: "Utilización de Carotenoides como Colorantes", México, Centro de Control Informa, Septiembre 1984, Volumen 4, Número 6.
- 14.- CHARLEY, Helen: "Tecnología de Alimentos", México, Editorial Limusa, 1987, p. 651-660, 706-714.
- 15.- CLAVIJERO, Francisco Javier: "Historia Antigua de México", México, Editorial Porrúa, 1945, Tomo II, p. 316.
- 16.- DEVORE, G.: "Química Orgánica", 2ª ed., México, Publicaciones -- Cultural, 1979, p. 643-652.
- 17.- DIAZ LOMBARDO HIDALGO, Isidro: "Alternativas de Industrialización de los Recursos Bióticos del País", Tesis, México, UNAM, -- 1982.
- 18.- DICCIONARIO HISPANICO UNIVERSAL, México, W. M. Jackson Inc. Editores, 1956, Tomo Primero, p. 353.
- 19.- DINESEN, Niel: "Toxicology and Regulation of Natural Colors", -- Food Technology, 1975, 29(5), p. 40.
- 20.- DURAN, Luis: "El Color en Tecnología de Alimentos", Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1980, 20(1), p. 1-12.
- 21.- ENCICLOPEDIA CIENCIA ILUSTRADA: "Colorantes Sintéticos", Sao Paulo, Editorial Abril, 1974, Fascículo 82, p. 1655-1659.

- 22.- ENCICLOPEDIA CIENCIA ILUSTRADA: "Moléculas y Color", Sao Pablo,- Editorial Abril, 1974, Fascículo 101, p. 2041-2043.
- 23.- ENCICLOPEDIA CIENCIA ILUSTRADA: "Operaciones con los Colores", - Sao Pablo, Editorial Abril, Fascículo 12, p. 264-266.
- 24.- ENCICLOPEDIA CIENCIA ILUSTRADA: "Teoría de los Colores", Sao Pablo, Editorial Abril, Fascículo 64, p. 1295-1297.
- 25.- ENCICLOPEDIA HOMBRE, CIENCIA Y TECNOLOGIA, Barcelona, Ediciones-Danae, 1980, Tomo 2, p. 728-731.
- 26.- ENRIQUEZ HERNANDEZ, Eduardo: "Evaluación de Carotenoides Como Aditivos en la Industria Alimenticia", Tesis, México, UNAM, 1978.
- 27.- ESCOBAR, Rómulo: "Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Afines", México, SARH, 1981, Tomo I, p. 442-443.
- 28.- FENNELA, Owen R.: "Introducción a la Ciencia de los Alimentos", - Barcelona, Editorial Reverté, 1985, Volumen 2, p. 449-495.
- 29.- FLORES RODRIGUEZ, Enrique: "Colorantes Para Alimentos", Tesis, - México, UNAM, 1953.
- 30.- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / WORLD-HEALTH ORGANIZATION: "Specifications for the Identity and Purity of Some Food Additives", Eighteenth Report of the Joint FAO/WHO-Expert Committee on Food Additives, Roma, 1975, p. 4-10.
- 31.- GALIMBERTI, G.: "Uso y Abuso de los Colorantes", Revista de la - Sociedad Química de México, 1977, 21(1).
- 32.- GARNICA LARA, Alejandro: "Química de Algunos Aditivos Sintéticos Usados en la Industria Alimentaria", Tesis, México, UNAM, 1979.
- 33.- GOMEZ UGALDE, Juárez: "Estudio de la Materia Colorantes de Bixacrellana", Tesis, México, UNAM, 1960.

- 34.- GRAN ENCICLOPEDIA DE QUIMICA INDUSTRIAL, Francisco Scix-Editor, Barcelona, Tomo IV, p. 329, 334.
- 35.- HERNANDEZ, C. G. y otros: "Aprovechamiento Integral de la Semilla de Achiote (Bixa orellana)", Tecnología de Alimentos, 1984, 20(5), p. 18-26.
- 36.- IGOE, Robert S.: "Dictionary of Food Ingredients", Nueva York,- Van Nostrand, Reinhold Company, 1983, p. 17.
- 37.- INGRAM, J. S. and FRANCIS, B. J.: "The Annatto Tree (Bixa orellana L.) - A Guide to Its Occurrence, Cultivation, Preparation and Uses", Tropical Science, 1969, 11(2), p. 97-102.
- 38.- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS' EXPERT PANEL OF FOOD SAFETY & NUTRITION AND THE COMMITTEE ON PUBLIC INFORMATION: "Food Colors" Food Technology, 1980, 34(7), p. 77-84.
- 39.- JACOBS, Morris B.: "The Chemical Analysis of Food and Food Products", 3<sup>a</sup> ed., Nueva York, Roberte Krieger Publishing, 1973, - p. 102-148.
- 40.- JANICK, Jules y otros: "Plant Science", 2<sup>a</sup> ed., San Francisco,- W. H. Freeman and Company, 1974, p. 561.
- 41.- KRAMER, Amihud: "Benefits and Risks of Color Additives", Food - Technology, 1984, 32(8), p. 65-67.
- 42.- LAWRENCE, H. M.: "Taxonomy of Vascular Plants", Nueva York, The Macmillan Company, 1959, p. 609-610.
- 43.- MARTINEZ, Maximino: "Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas", México, Fondo de Cultura Económica, ---- 1979, p. 29.
- 44.- MARTINEZ, Maximino: "Plantas Útiles de la Flora Mexicana", Méxi



- co, Ediciones Botas, 1959, p. 6-8.
- 45.- MATZ, Samuel A.: "Cookie and Cracker Technology", 2<sup>a</sup> ed., Westport, The Avi Publishing Company, 1978, p. 140-143.
- 46.- MAYER, Fritz: "La Química de las Materias Colorantes Naturales,- Constitución, Propiedades y Correlaciones Biológicas de los Pigmentos Naturales Importantes", Madrid, Editorial Aguilar, 1950,- p. 84-92.
- 47.- MC KEOWN, G. G. and MARK, E.: "The Composition of Oil-Soluble Annatto Food Colors", J. Ass. of Agric. Chem., 1962, 45, p. 761-766.
- 48.- MEDINA, Francisco: "Colorantes Para Alimentos", Dulcelandia, Enero 1988, Número 570, p. 7-10.
- 49.- MEGGOS, Harry N.: "Colors-Key Food Ingredients", Food Technology, 1984, 38(1), p. 70-74.
- 50.- MEXICO, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS: "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los E.U.M.", México--co, SARH, 1980, p. 203.
- 51.- MEXICO, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS: "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los E.U.M.", México--co, SARH, 1981, p. 193.
- 52.- MEXICO, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS: "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los E.U.M.", México--co, SARH, 1985.
- 53.- MEXICO, SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA: "Farmacopea Nacional de los E.U.M.", 4<sup>a</sup> ed., México, S.S.A., 1974, p. 66-67.
- 54.- MEXICO, SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA: "Reglamento de A-

ditivos Para Alimentos", México, Diario Oficial de la Federa-----  
ción, 15 de Febrero de 1958, Tomo CCXXVI, Número 38.

- 55.- MEXICO, SECRETARIA DE SALUD: "Reglamento de la Ley General de Sa  
lud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Estableci---  
mientos, Productos y Servicios", México, Diario Oficial de la Fe  
deración, 18 de Enero de 1988, Tomo CDXII, No. 11, p. 78-79.
- 56.- MURILLO, Héctor: "Tratado Elemental de Química Orgánica", 7<sup>a</sup> ed.  
México, Editorial E.C.L.A.L.S.A., 1966, p. 389-396.
- 57.- NAJERA GOMEZ, Amado Iván: "Los Colorantes Naturales en la Indus-  
tria Alimentaria", Tesis, México, UNAM, 1988.
- 58.- NUEVA ENCICLOPEDIA TEMATICA, Panamá, 1963, Tomo 1, p. 496.
- 59.- NUEVA ENCICLOPEDIA TEMATICA, Panamá, 1963, Tomo 5, p. 367-371.
- 60.- PECKHAM, Gladys G.: "Foundations of Food Preparation", 3<sup>a</sup> ed., -  
Nueva York, Macmillan Publishing Company, 1974, p. 77-83, 415.
- 61.- PIKE, Magnus: "Food Science and Technology", 2<sup>a</sup> ed., Gran Breta-  
ña, William Clowes and Sons LTD, 1968, p. 154-157.
- 62.- POTTER, Norman N.: "La Ciencia de los Alimentos", México, EDUTEX  
1978, p. 58, 60, 116, 177, 687, 688.
- 63.- QUILLET: "Diccionario Enciclopédico", 2<sup>a</sup> ed., Buenos Aires, Edi-  
torial Argentina Aristides Quillet, 1964, Tomo Segundo, p. 607--  
608.
- 64.- RIALP: "Gran Enciclopedia", Madrid, Ediciones Rialp, 1979, Tomo-  
VI, p. 34-39.
- 65.- RIALP: "Gran Enciclopedia", Madrid, Ediciones Rialp, 1979, Tomo-  
XVIII, p. 487-488.

- 66.- ROBERTS, Howard R.: "Food Safety", Nueva York, A Wiley-Interscience Publication, 1981, p. 275-282.
- 67.- ROCHE, Laboratorios: "Antocianinas", Noticias Roche, Julio 1981.
- 68.- RUZ, Alberto: "El Pueblo Maya", México, Salvat Mexicana de Ediciones, 1981, p. 92-93.
- 69.- RZEDOWSKI, Jerzy: "Vegetación de México", México, Editorial Lissusa, 1978, p. 176.
- 70.- SAHAGUN, Fray Bernardino: "Historia General de las Cosas de la Nueva España", 3<sup>a</sup> ed., México, Editorial Porrúa, 1977, Tomo III, p. 341.
- 71.- SANTAMARIA, Francisco J.: "Diccionario General de Americanismos" México, Editorial Pedro Robledo, 1942, Tomo I, p. 44.
- 72.- SANTAMARIA, Francisco J.: "Diccionario de Mexicanismos", 3<sup>a</sup> ed., México, Editorial Porrúa, 1978, p. 28-29.
- 73.- SCHERY, Robert W.: "Plants for Man", 2<sup>a</sup> ed., Nueva Jersey, Prentice-Hall-Inc., 1972, p. 257-258.
- 74.- SELECCIONES DEL READER'S DIGEST: "Plantas Medicinales", México, Reader's Digest, 1987, p. 97.
- 75.- SOCIEDAD FARMACEUTICA MEXICANA: "Nueva Farmacopea Mexicana", 6<sup>a</sup> ed., México, Ediciones Botas, 1970, p. 36.
- 76.- SOPENA: "Nueva Enciclopedia", Barcelona, Editorial Ramón Sopena, Tomo II, p. 135.
- 77.- THORPE, Edward: "Enciclopedia de Química Industrial", Barcelona, Editorial Labor, 1923, p. 86-87.
- 78.- ULLMANN, Fritz: "Enciclopedia de Química Industrial", Barcelona,

- Editorial Gustavo Gili, 1953, Sección VII, Volumen 12, Parte 1,-  
p. 280-301.
- 79.- ULLMANN, Fritz: "Enciclopedia de Química Industrial", Barcelona,  
Editorial Gustavo Gili, 1953, Sección VII, Volumen 12, Parte 2,-  
p. 456, 457, 465, 466, 603-611, 640, 641, 648-657.
- 80.- VIADES TREJO, Josefina: "Colorantes que se Consideran Nocivos a  
la Salud Humana", Tesis, México, UNAM, 1977.
- 81.- VON HAGEN, Victor W.: "Los Aztecas", México, Editorial Joaquín -  
Mortiz, 1987, p. 50.
- 82.- VON HAGEN, Victor W.: "Los Incas", México, Editorial Joaquín Mor-  
tiz, 1987, p. 30.
- 83.- VOVIDES, A. P.: "Colorantes Vegetales", Xalapa, INIREB, 1980.
- 84.- WEISSLER, Alfred: "FDA Regulation of Food Colors", Food Technolo-  
gy, 1975, 29(5), p. 38, 46.
- 85.- WINSTON, R. P.: "Food Colours", Londres, R. W. L. Goodwin, 1967,  
p. 115-123.
- 86.- WURTS, M. L. y TORREBLANCA, E. A.: "Análisis de la Semilla Bixa-  
orellana, L. (Achiote) y del Desecho Generado en la Extracción -  
de sus Pigmentos", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983,  
33(3), p. 606-619.