

00567

4  
2e)



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE QUIMICA

"TIPOS DE COLORANTES EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE SE COMERCIALIZAN SIN REGISTRO ANTE LA SECRETARIA DE SALUD Y QUE SE EXPENDEN EN PARQUES Y ESCUELAS PRIMARIAS"

T E S I S  
Que para obtener el Título de  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS  
p r e s e n t a

**NORMA ANGELICA VARGAS QUEZADA**



Director de Tesis: Dr. Pedro Valle Vega  
Asesor Técnico: M. en C. Zoila Nieto Villalobos

México, D. F.

1994

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





## **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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA  
DIRECCION.

LIC. ANTONIO DIAZ GARCIA.  
JEFE DE LA UNIDAD DE  
REGISTRO E INFORMACION.  
CIUDAD UNIVERSITARIA.  
P R E S E N T E .

Me es grato informarle que el alumno **NORMA ANGELICA VARGAS QUEZADA**, presentará próximamente su Examen para obtener el grado de Maestría en Ciencias, (Alimentos) ante el siguiente jurado:

Presidente:  
Primer Vocal:  
Secretario:  
Primer Suplente:  
Segundo Suplente:

Dra. Elvira Santos.  
Dra. Elvira González de Mejía.  
Mtra. Angela Sotelo.  
M. en C. Ruth Pedroza Islas.  
M. en C. Zoila Nieto Villalobos.

ATENTAMENTE.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria a 22 de Junio de 1993.  
El Director.

Dr. Andoni Garritz Rulz.

C.e.p. Interesado.  
C.e.p. Integrantes del Jurado.  
C.e.p. Coordinador de Area.

CON TODO CARIÑO  
PARA MI TIA AURORA.

CON AMOR  
PARA MIS PADRES.

CON AGRADECIMIENTO  
PARA MIS HERMANOS.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo que me proporcionaron el Dr. Pedro Valle Vega, M. en C. Francisca A. Iturbe Chiñas, M. en C. Zoila Nieto Villalobos, Dra. Elvira Gonzalez de Mejía, Dra. Lena Ruiz Azuara y al Departamento de Alimentos y al de Química Inorgánica.

Agradezco de igual forma a los miembros del jurado de este trabajo que tuvieron a bien corregir el diseño experimental y la redacción para darme una mejor formación profesional.

## INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
JUSTIFICACION.....	5
OBJETIVOS.....	6
ANTECEDENTES:	
1.- INTRODUCCION.....	7
2.- PRUEBAS DE TOXICIDAD.....	7
3.- CARCINOGENESIS.....	8
4.- ALGUNOS COLORANTES ALIMENTARIOS SINTETICOS .....	9
5.- INGESTA DIARIA MAXIMA ADMISIBLE (IDA) DE ALGUNOS COLORANTES SINTETICOS ALIMENTARIOS.....	13
6.- DIFERENCIA ENTRE UN COLORANTE HIDROSOLUBLE Y SU LACA.....	13
MATERIAL Y METODOS:	
1.- SELECCION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y ZONAS DONDE SE VENDEN.....	15
2.- ESPECTROSCOPIA VISIBLE .....	20
3.- METODOS DE IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS COLORANTES EN LOS PRODUCTOS .....	21
4.- ESTIMACION DEL PORCIENTO DE RECUPERACION DE LOS COLORANTES.....	25
5.- MONITOREO, ORIGEN E IDENTIFICACION DE LOS COLORANTES USADOS COMO MATERIAS PRIMAS EN COLORES ROJOS Y MORADOS PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS .....	28
6.- CROMATOGRAFIA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCION (HPLC).....	29
RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
LITERATURA.....	45
ANEXOS.....	48
LISTA DE CUADROS.....	63
LISTA DE FIGURAS.....	64

## RESUMEN

Se realizó una encuesta en escuelas primarias particulares y oficiales de la zona Oeste del Distrito Federal, con el fin de averiguar cuales son los productos alimenticios carentes de registro que se comercializan en ellas; el producto mayormente involucrado resultó ser "congeladas" en tubo de plástico en presentación amarillo, rojo, morado y verde. La frecuencia de comercialización de productos alimenticios sin registro sobrepasa en escuelas primarias publicas y es practicamente inexistente en las privadas. Se muestrearon "congeladas" en tubo de plástico en escuelas primarias oficiales de cinco zonas del D.F. (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro), y en 3 parques del Distrito Federal: Bosque de Chapultepec se muestreo "algodones" de azúcar; Parque Nacional Desierto de los Leones se muestreó "obleas"; y en Bosque de San Juan de Aragón se muestreó "raspados". Los colorantes detectados fueron en AMyC Amarillo 5, AMyC Amarillo 6, AMyC Azul 1, AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 3, AMyC Rojo 5, y AMyC Rojo 6. No estan autorizados oficialmente para su uso en alimentos en México el AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 5, AMyC Rojo 6 y AMyC Amarillo 6. La concentración de colorante en los productos muestreados resultó en la mayoría de los casos excesiva en comparación con los niveles recomendados por el Comité de Protección de los Alimentos (1965) y la FDA (1980) de los Estados Unidos de Norteamérica, y por la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos (1990). En las materias primas colorantes rojas y moradas existentes en el mercado se encontró AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 5 y AMyC Rojo 6, los cuales no han sido oficialmente autorizados para su uso en alimentos en México.

## INTRODUCCION

La población infantil es considerada como un sector de alto consumo de golosinas. Por estas razones, en este estudio se trató de averiguar el tipo de golosinas y bebidas que se consumen en escuelas primarias y parques del Distrito Federal.

Los productos alimenticios sin marca o sin registro, por su origen poco claro, difícilmente tendrán control en la identidad o en la calidad de sus ingredientes.

Por lo tanto, se considera necesaria una verificación de la identidad y concentración de los colorantes sintéticos utilizados en los principales productos sin registro ante la Secretaría de Salud que se expenden en escuelas primarias y parques de Distrito Federal.



**JUSTIFICACION**

Como parte de la justificación se debe resaltar que las golosinas o productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud implica no solo el uso de posibles ingredientes no autorizados que posiblemente tengan efectos adversos en el consumidor. Además, por no contar con un registro no declaran sus ingredientes. También es necesario resaltar que las golosinas son dirigidas comercialmente a niños.

**OBJETIVOS**

1.- Identificar los colorantes sintéticos utilizados en los productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud que son principalmente consumidos por niños en escuelas primarias y los parques de mayor importancia en el Distrito Federal.

2.- Analizar el estado legal de los colorantes sintéticos utilizados en los productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud que se seleccionaron respecto a:

a).- Colorante permitido o no permitido en México.

b).- Colorante permitido pero usado en niveles diferentes a los aceptados.

## ANTECEDENTES

### 1.- INTRODUCCION.-

El uso de colorante en alimentos se remonta a épocas antiguas, al igual que otros condimentos se desarrolló a lo largo de 3000 años extrayéndose inicialmente a partir de plantas y animales (Institute of Food Technologists, 1980 y 1986).

El color puede influir en la percepción del sabor, olor, temperatura y textura de los alimentos (Hall, 1958).

Durante décadas, los colorantes sintéticos se han utilizado en alimentos con el fin de hacer el producto mas atractivo. Los colorante sintéticos han resultado ser superiores en cuanto a su valor tintorial, estabilidad y uniformidad que los naturales. Sin embargo, la tendencia actual es hacia el uso de colorantes naturales, debido a las numerosas pruebas de toxicidad a las que deben ser sometidos los colorantes sintéticos (Kirschman, 1981).

### 2.- PRUEBAS DE TOXICIDAD.-

Las pruebas de toxicidad aplicadas a agentes químicos son costosas, principalmente los estudios de toxicidad crónica. Los estudios menos costosos son a corto plazo.

Las etapas de decisión requeridas por la FDA para la aprobación de un aditivo son:

-Etapa A: Caracterizar y definir la estructura química del aditivo;

-Etapa B: Ensayos a corto plazo (in vitro).- Mutagénesis bacterial, mutagénesis en mamíferos, reparación de ADN, ensayos en cromosomas, transformación celular.

Se realiza una primera evaluación del aditivo considerando los resultados de las pruebas de las etapas A y B. Si los resultados fueron favorables para el aditivo se prosigue con la etapa C.

-Etapa C: Bioensayos in vivo.- Inducción de tumores pulmonares en ratón, inducción de tumores en piel de ratón, inducción de cáncer en seno de ratas hembras.

Se evalúan los resultados de la etapa C. Si la evaluación es favorable para el aditivo, se prosigue con la última etapa.

-Etapa D: Bioensayos a largo plazo, que duran 2 años y consisten de estudios de toxicidad crónica/carcinogenicidad. (Branen et al., 1990).

### 3.- CARCINOGENESIS.-

La exposición a agentes químicos carcinogénicos puede llevar a la aparición de un tumor, que en algunos casos basta con una sola dosis. El tiempo entre la exposición y la aparición de un tumor puede ser muy prolongado. Estas consideraciones y algunas otras han llevado a suponer que el proceso de carcinogénesis se compone de una secuencia de eventos en la que se pueden distinguir dos etapas: la primera etapa de iniciación de carácter irreversible en la que interviene una mutación; la segunda etapa, de promoción, en la que la exposición a otros agentes favorece la expresión de los genes mutantes y la transformación maligna. Esta última etapa tiene un límite hasta el cual puede ser reversible y en ella participan agentes desprovistos de acción mutagénica o que la tienen débilmente (OPS/OMS, 1980).

En muchos aspectos, los carcinógenos son similares a los fármacos y otros agentes tóxicos, por ejemplo, los carcinógenos muestran una relación dosis-respuesta. Los carcinógenos pueden sufrir biotransformación. Adicionalmente, los efectos de los carcinógenos químicos varían con las especies, clase y el sexo del animal experimental. Los carcinógenos pueden interactuar con otros agentes químicos ambientales y sus efectos son algunas veces acentuados y algunas veces disminuidos (Klassen et al., 1986).

Algunas diferencias hacen la carcinogénesis química un campo especializado de la toxicología, entre ellas los carcinógenos químicos del tipo que tienen la habilidad de reaccionar con el ADN difieren de la mayoría de los otros tipos de toxinas en que su efecto biológico es persistente, acumulativo y retardado (Manahan, 1990).

Los carcinógenos químicos se definen operacionalmente por su habilidad de inducir neoplasmas. Cuatro tipos de respuesta se aceptan generalmente como evidencia de inducción de neoplasmas en animales experimentales:

- La presencia de tipos de tumores no observados en los controles.
- Un incremento en la incidencia de los tumores del tipo presente en los controles.
- El desarrollo de tumores mas rapidamente que en los controles.
- Una multiplicidad incrementada de tumores.

Los agentes químicos que producen cualquiera de estos efectos, se denominan carcinógenos. Como evidencia de carcinogenicidad, la producción de un neoplasma benigno es aceptada. Práctica justificada por el hecho de que ningún agente químico ha sido identificado como causante exclusivo de neoplasmas benignos (Klassen et al., 1986).

Los carcinógenos químicos forman un grupo heterogéneo de compuestos, tanto orgánicos como inorgánicos (no radiactivos), con especificidad en varias especies y tejidos. La mayoría de estos carcinógenos son moléculas orgánicas con peso molecular menor de 500. Los carcinógenos inorgánicos consisten de un grupo pequeño de iones ( $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Be}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ), y ciertos silicatos metálicos complejos tales como los asbestos. Los carcinógenos químicos se requieren únicamente en las dosis para inducir el tumor, aunque no estén presentes durante el desarrollo de los tumores inducidos (Klassen et al., 1986).

#### 4. ALGUNOS COLORANTES ALIMENTARIOS SINTETICOS.-

Primeramente, se presentan los sinónimos de algunos colorantes sintéticos alimentarios (cuadro 1).

Cuadro 1.- Sinónimos de algunos colorantes sintéticos alimentarios (Warner -Jenkinson Company, 1990)

Nombre en México	Nombre en EUA*	Nombre común	C.I.**
AMyC Amarillo 5	FD&C Amarillo 5	Tartrazina	19140
AMyC Amarillo 6	FD&C Amarillo 6	Ocaso	15985
AMyC Azul 1	FD&C Azul 1	Brillante	42090
AMyC Rojo 2	FD&C Rojo 2	Amaranto	16185
AMyC Rojo 3	FD&C Rojo 3	Eritrosina	45430
AMyC Rojo 6	CI Food Rojo 7	Ponceau 4R	16255
AMyC Rojo 5	CI Food Rojo 3	Carmoisina	14720

\*Nombre en Estados Unidos de Norteamérica.

\*\* Número de Color Index.

La Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos se basa en varias legislaciones, entre ellas el Codex Alimentarius. Los colorantes sintéticos permitidos en México son:

AMyC Azul 1;  
 AMyC Azul 2;  
 AMyC Amarillo 5;  
 Rojo Cítrico 2 (solo para colorear la cáscara de naranja);  
 AMyC Rojo 3;  
 AMyC Rojo 40;  
 AMyC Verde 3;  
 (Ley General de Salud, 1993).

El AMyC Rojo 2 (amaranto) no es permitido su uso en alimentos en México y otros países, entre ellos Estados Unidos de Norteamérica, debido a su carcinogenicidad. (Clode et al., 1987). La figura 1 muestra la estructura del AMyC Rojo 2.

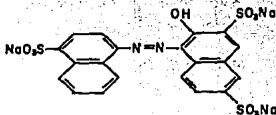


Figura 1.- Estructura química del AMyC Rojo 2.

El AMyC Rojo 6 (Ponceau 4R) no está autorizado para usarse en alimentos en México (anexo 2). Se demostró en un estudio de toxicidad de 90 días en ratas, la inducción de anemia, debida al AMyC Rojo 6 que aumentó la excreción fecal de hierro (Gautan et al., 1986). Este efecto se demostró que fue debido al acoplamiento del Ponceau 4R con el Fe (Sinha et al., 1986). La figura 2 muestra la estructura química del AMyC Rojo 6.

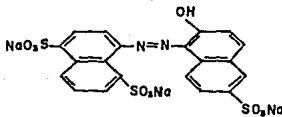


Figura 2.- Estructura química del AMyC Rojo 6.

El AMyC Rojo 3 (eritrosina) tiene un alto contenido de Iodo (58% aproximadamente), por lo que se han estudiado sus posibles efectos en la tiroides. La oficina de Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos de Norteamérica (Food and Drug Administration, FDA), ha concluido que el AMyC Rojo 3 no experimenta deiodación o alguna otra degradación in vivo y ninguna interferencia con la función tiroidea. Se ha demostrado la carcinogenicidad en ratas de la laca del AMyC Rojo 3, administrado en la dieta (4% del total de la dieta); los tumores fueron encontrados benignos y el órgano afectado fue la tiroides. La FDA ha prohibido la laca del AMyC Rojo 3 y esta procediendo a prohibir al AMyC Rojo 3 hidrosoluble (Warner-Jenkinson Company, 1990). La figura 3 muestra la estructura química del AMyC Rojo 3.

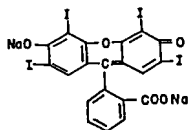


Figura 3.- Estructura química del AMyC Rojo 3.

El AMyC Azul 1 (Azul brillante FCF) ha mostrado en todas sus pruebas de toxicidad que no causa ningún efecto adverso significativo. Se ha concluido que no hay evidencia de carcinogenicidad de ningún otro efecto adverso debido a una dieta conteniendo a este colorante. El AMyC Azul 1 se ha catalogado en la mas alta categoría de aceptabilidad en alimentos (Borzelleca et al., 1990 y Borzelleca y Hallagan, 1990). La figura 4 muestra la estructura química del AMyC Azul 1.

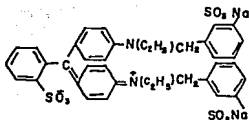


Figura 4.- Estructura química del AMyC Azul 1.

El AMyC Amarillo 5 (tartrazina), ha sido muy estudiado y se ha establecido que individuos sensibilizados podrían sufrir síntomas alérgicos después de la exposición a este colorante. Se ha concluido también que el AMyC Amarillo 5 no es carcinogénico. Todas las investigaciones sobre la toxicidad de este colorante han llevado a clasificar a este colorante en la máxima categoría de aceptabilidad (Collins et al., 1990). La figura 5 muestra la estructura química del AMyC Amarillo 5.

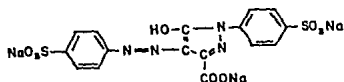


Figura 5.- Estructura química del AMyC Amarillo 5.

El AMyC Amarillo 6 (Amarillo Ocaso FCF) se ha estudiado abundantemente y no ha habido evidencia de carcinogenicidad en ratas o ratones. Se ha clasificado a este colorante en la categoría de más alta aceptabilidad (Weber et al., 1989, Gross et al., 1989). La figura 6 muestra la estructura química del AMyC Amarillo 6.

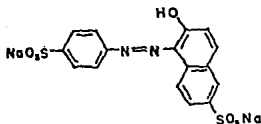


Figura 6.- Estructura química del AMyC Amarillo 6.



## 5.- INGESTA DIARIA MAXIMA ADMISIBLE (IDA) DE ALGUNOS COLORANTES SINTETICOS ALIMENTARIOS.-

Los valores de ingesta diaria máxima admisible (IDA) que se usan extensamente, han sido establecidos por la Junta del Comité de Expertos de la FAO/OMS sobre Aditivos Alimentarios, pero algunos países incluyendo Estados Unidos de Norteamérica usan valores establecidos por sus propios grupos nacionales. El IDA es un término oficial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y representa la estimación de la ingesta máxima aceptable diaria de una sustancia expresada como miligramos por kilogramo de peso corporal para un individuo de 60 kg, sin causarle daño. Un aditivo se considera seguro para su uso en alimentos si la exposición diaria probable al aditivo alimentario que recibe el humano no excede el IDA (Branen et al, 1990).

Existen 3 categorías de seguridad para un aditivo alimentario:

Primera.- Cuando la ingesta promedio de un aditivo alimentario es menor del 30% del IDA, el aditivo usado se considera seguro para la población total;

Segunda.- La ingesta promedio de un aditivo entre 30 y 100% del IDA es segura para el consumidor promedio, pero no lo es para los consumidores extremos (entre ellos los niños);

Tercera.- Si la ingesta promedio de un aditivo es mayor que su IDA, por definición la población total sufre un riesgo inaceptable, y el uso del aditivo debería ser reducido por medio de la legislación (OMS,1985).

Las ingestas diarias máximas admisibles establecidas por la FDA para algunos colorantes sintéticos alimentarios se listan a continuación:

- 0.5 mg de AMyC Azul 1/Kg de peso corporal;
  - 5.0 mg de AMyC Amarillo 5 /Kg de peso corporal;
  - 3.5 mg de Amarillo 6 /Kg de peso corporal;
  - 2.5 mg de AMyC Rojo 3/Kg de peso corporal.
- (Hathcock, 1981).

## 6.- DIFERENCIA ENTRE UN COLORANTE HIDROSOLUBLE Y SU LACA.-

Los colorantes hidrosolubles son compuestos químicos que exhiben su fuerza colorante o fuerza de tinte cuando se disuelven. Una laca es un pigmento formado por precipitación y absorción de un colorante sobre una base insoluble o substrato. Los pigmentos son materiales insolubles que

colorean por dispersión. La FDA de Estados Unidos de Norteamérica define como "laca" a las sales de aluminio de los colorantes solubles en agua, extendidos sobre un sustrato de alumina. Se permiten también las lacas de sales de calcio de los colorantes hidrosolubles.

Las lacas se usan en alimentos, drogas, cosméticos y materiales de empaque de alimentos. Las lacas se pueden aplicar en harinas, azúcares, en grasas vegetales, productos de goma, productos de leche, etc. (Colorcon, 1990).

## MATERIAL Y METODOS

El diseño experimental para la identificación de colorantes en alimentos sin registro consiste de una etapa de selección y definición de productos a analizar. Posteriormente, se muestrea "congeladas" en tubo de plástico, en escuelas primarias de cinco zonas del Distrito Federal (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro). Se muestrea también "algodones de azúcar" en el Bosque de Chapultepec, "raspados" en el Bosque de San Juan de Aragón, y "obleas" en el Parque Nacional Desierto de los Leones. Finalmente, se realiza un análisis cualitativo de los colorantes contenidos en las materias primas colorantes rojas y moradas presentes en el mercado.

Los productos seleccionados para ser analizados fueron: "congeladas" en tubo de plástico (amarillo, verde, rojo, morado y naranja), "algodones" de azúcar (rosa y azul), "raspados" (rosa, verde, morado y rojo), y "obleas" (verde, azul, naranja y rosa).

### 1.- SELECCION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y ZONAS DONDE SE VENDEN.-

Encuesta aplicada a escuelas primarias particulares y públicas.- Se eligió arbitrariamente la oeste del D.F. , porque incluye tanto regiones rurales como Cuajimalpa y regiones urbanas como A. Obregón. El total de escuelas de la zona Oeste (incluye zonas de las Delegaciones B. Juárez, Cuajimalpa, A. Obregon, Contreras, y Tlalpan) reportada por la SEP es de 510 escuelas (oficiales y particulares). En total, el número de escuelas encuestadas en la zona 3 corresponde al 10% del total, es decir 51; de las cuales 39 fueron oficiales y 12 particulares. El tiempo de duración de la encuesta fue de dos meses (Mayo-Junio de 1991), considerando el calendario de labores de las escuelas primarias del Distrito Federal. El cuestionario aplicado se muestra en el cuadro 2.

**CUESTIONARIO**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre de la escuela \_\_\_\_\_  
 Domicilio \_\_\_\_\_

PRODUCTOS ALIMENTICIOS	E	A	V	R	M		
- "Congeladas" en tubo de plástico							
- "Congeladas" en bolsa							
- "Raspados"							
- Nieves							
- Paletas de hielo							
- "Garapiñados"							
- Paletas de manzana cubiertas de caramelo							
- Gelatinas							
- Otros							

- E = Presencia de venta ambulante de productos alimenticios.
- A = Amarillo
- V = Verde
- R = Rojo
- M = Morado

Las dos columnas restantes son para algún otro color no considerado.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Cuadro 2.- Cuestionario aplicado en la encuesta a escuelas primarias.

Los datos de la encuesta se procesaron usando el paquete estadístico SPSS/PC (Statistical Package for the Social Sciences versión 1990 para microcomputadora). Se obtuvieron los porcentajes de escuelas encuestadas que comercializaban los diferentes productos sin registro al momento de la encuesta, en sus diferentes presentaciones ("congeladas" amarillo, verde, rojo, morado y naranja; "algodones" de azúcar rosa y azul; "raspados" rosa, verde, morado y rojo; y "oblas" verde, azul, naranja y rosa). Lo anterior siguiendo los siguientes cálculos:

Porcentaje de escuelas encuestadas =  $(N/51) \times 100$

donde:

N = Número de escuelas que comercializaban un producto en cada una de las presentaciones al momento de la encuesta.

Entre los productos alimenticios sin registro detectados en escuelas primarias están las "congeladas" en tubo de plástico (bebida coloreada con saborizante y congelada). El muestreo de "congeladas" en tubo de plástico incluyó a 5 escuelas primarias oficiales de la zona Oeste del Distrito Federal; las escuelas muestreadas fueron elegidas al azar (cuadro 3). Las presentaciones muestreadas fueron amarillo, verde, rojo, morado y naranja, debido a que fueron las coloraciones mayormente detectadas en la encuesta de escuelas primarias. Las muestras se mantuvieron a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y almacenadas dentro de bolsas de plástico negras hasta su análisis. El muestreo se realizó en Julio de 1991 y Octubre de 1993.

Cuadro 3.- Número de muestras para una identificación previa y presencia de uso de colorantes sintéticos en escuelas primarias de cinco zonas del Distrito Federal (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro).

Escuela	Coloración de "congeladas" en tubo de plástico				
	Rojo	Morado	Amarillo	Verde	Naranja
<b>ZONA NORTE</b>					
1.- "Candido Navarro", Av. Central y Azco La Villa, Santa Catarina, Azcapotzalco. 5		5	-	-	-
2.-"Club de Leones de la Villa No. 3", Pto. Cozumel s/n, Col. Niños Heroes, G. Madero. 5		5	-	-	-
<b>ZONA ESTE</b>					
3.-"Alberto Niasferrer", Oriente 160, Col. Sector Popular, Iztapalapa.	5	5	-	-	-
4.-"Ilahuac", Calle de la Turba No. 198, Col. Granjas Cabrera, Ilahuac.	5	5	-	-	-
<b>ZONA OESTE</b>					
5.-"Centro de Educación y Formación", Cam. Sta. Teresa No. 950, Col. Sta. Teresa, M. Contreras.	4	4	4	4	4
6.-"Valerio Trujano", Av. Juarez no.22, Col. Chimalpa, Cuajimalpa.	4	4	4	4	4
7.-"Monte de las Cruces", Jesus del Monte 101, Col. Jesus del Monte, Cuajimalpa.	5	5	-	-	-
<b>ZONA SUR</b>					
8.-"Alberto Ortega Flores", 5 de Mayo y Cuauhtemoc, Col. San Pedro Martir, Ilalpan.	5	5	-	-	-
9.-"Oviedo Shontal", Calzada de Ilalpan No. 5090, Col. La Joya, Ilalpan.	4	4	4	4	4
10.-"Vicente Rivapalacio", Av. Juarez No. 38, Barrio Ilacoapa, Xochiilco.	5	5	-	-	-

Continuación del cuadro 3.

Escuela	Coloración de "congeladas" en tubo de plástico				
	Rojo	Morado	Amarillo	Verde	Naranja
<b>ZONA CENTRO</b>					
11.-"Amistad Mundial", Rosa Trepadora y Poniente s/n, Col. Molino de Rosas, A. Obregón.	4	4	4	4	4
12.-"Enrique Olavarria y Ferrari", Av. Revolución No. 906, Col. Mixcoac, B. Juárez.	4	4	4	4	4
13.-"Amado Nervo", Benvenuto Cellini No. 21, Col. Mixcoac, B. Juárez.	5	5	-	-	-
14.-"Lic. Justo Sierra Mendez", Callejon General Anaya no. 38, Col. Churubusco, Coyoacan.	5	5	-	-	-

Muestreo de "raspados", "algodones" y "obleas" en parques.- Los parques elegidos para muestrear productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud fueron tres: A).- Bosque de San Juan de Aragón; B).- Bosque de Chapultepec; y C).- Parque Nacional Desierto de los Leones. Estos parques fueron elegidos por ser los más visitados en el Distrito Federal de acuerdo a información de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología (Secretaría General de Desarrollo Urbano y Ecología, 1985). En el cuadro 4 se listan las secciones de los parques que se muestrearon, los productos muestreados, y el número de vendedores seleccionados. Las muestras se recolectaron los fines de semana de Julio de 1991.

Cuadro 4.- Número de muestras para una identificación de colorantes sintéticos en algunos productos expendidos en tres parques de importancia en el Distrito Federal.

Parque	Sección	Producto	Presentación	Número de vendedores seleccionados	Número de muestras
Chapultepec	1a.	"algodones"	rosa	3	12
	1a.	"algodones"	azul	3	6
	2a.	"algodones"	rosa	1	4
	2a.	"algodones"	azul	1	2
	3a.	"algodones"	rosa	1	4
	3a.	"algodones"	azul	1	2
Aragon	Zoologico	"raspados"	rosa	5	10
	Zoologico	"raspados"	verde	8	16
	Zoologico	"raspados"	morado	6	12
	Zoologico	"raspados"	rojo	6	12
Desierto de los Leones	V. Monjas	"obleas"	verde	3	12
	V. Monjas	"obleas"	azul	3	12
	V. Monjas	"obleas"	naranja	3	12
	V. Monjas	"obleas"	rosa	3	12

## 2.- ESPECTROSCOPIA VISIBLE.-

Se utilizaron estándares (AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 3, AMyC Rojo 5, AMyC Rojo 6, AMyC Azul 1, AMyC Amarillo 5, AMyC Amarillo 6) proporcionados por la FDA. Se prepararon soluciones de referencia a 0.1 mg/ml en agua destilada.

Se determinaron los máximos de absorbancia en el rango de 350 - 750 nm a tres pH s: neutro (7.0), ácido (2), y básico (12). Se utilizó un equipo Espectrofotómetro Beckman-DU65. Las soluciones de referencia se acidularon con el HCl concentrado, se alcalinizaron con una solución de NaOH de acuerdo al A.O.A.C. de 1990 (anexo 6).



Para la obtención de curvas patrón se hicieron determinaciones realizadas por triplicado leyendo en la longitud de onda de máxima absorbancia del espectro visible a pH neutro (ya determinado con anterioridad). Con estos datos se realizó una regresión lineal del tipo  $Y = a + bX$  para cada estandar y se obtuvieron las ecuaciones:

$$A = a + m (\text{conc.})$$

donde:

A= Absorbancia (valor Y);

a= Intersección al origen;

m= Pendiente de la línea de regresión;

Conc.= Concentración del colorante (valor de X).

### 3.- METODOS DE IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS COLORANTES EN LOS PRODUCTOS.-

Los métodos utilizados en este trabajo son los descritos por el A.O.A.C. de 1990.

#### Preparación de muestras:

"Congeladas" y "raspados".- Se determinó el peso y volumen de las muestras. A 2 g de muestra de congelada se les pasó a través de un cartucho Sep-pack C18. La preparación del cartucho Sep-pack C18 consistió en pasar 3 ml de isopropanol grado reactivo analítico (si el cartucho era nuevo) o 5 ml de isopropanol al 50% en agua (si el cartucho se ha utilizado más de una vez y menos de 5 veces), se adicionaron 5 ml de ácido acético al 1%.

"Algodones".- Se determinó la humedad en estufa de vacío (45-50 °C, 10-15 mm de Hg, durante 24 horas), Se disolvió cada "algodón" en 500 ml de agua destilada, de esta solución se tomaron 5 ml y se hicieron pasar a través de un cartucho Sep-pack C18 previamente preparado como en "congeladas" y "raspados".

"Obleas".- Se realizó una prueba preliminar para averiguar si se usaron lacas o colorantes hidrosolubles en la cual se fraccionó la "oblea" en sus componentes: almidón, cajeta y semilla. A la fracción almidonosa limpia (sin restos de cajeta y semilla) se le pulverizó; a 0.5 g húmedos se le suspendieron en 50 ml de agua y se agitó durante 5 minutos. Se permitió reposar 12 horas. Si la fase líquida se coloreaba, el colorante era hidrosoluble; si el color

permanece en la fase sólida, el colorante usado era una laca (Warner-Jenkinson Company, 1990). La extracción del color en las muestras se realizó de la siguiente forma: A 2 g de la fracción almidonosa de la "oblea" se le determinó humedad en estufa de vacío (45-55°C con una presión de 10-15 mm de Hg. A 0.5 g de muestra seca (almidón) se le suspendieron en 20 ml de una solución de metanol-agua (90:5), y se dejó reposar 12 horas. Posteriormente, se alcalinizó la suspensión con 1 ml de hidróxido de amonio. Se calentó y se permitió que el metanol y el amonio se evaporaran y la porción líquida remanente se decantó. Los sólidos en suspensión se filtran a través de un papel filtro Whatman no. 1 y se lava con 20 ml de agua destilada. El filtrado se concentra por evaporación (aproximadamente a 10 ml) para ser aforado posteriormente a 50 ml. De esta solución se tomaron 5 ml y se hicieron pasar a través de un cartucho Sep-pack C18 preparado previamente como se hizo para "congeladas" y "raspados".

#### Separación e identificación de los colorantes:

Los colorantes retenidos en el cartucho Sep-pack C18 son eluidos con isopropanol (de 3 a 5 ml) de acuerdo a la figura 7. Los colorantes separados se aforan a 10 ml.

A las soluciones obtenidas se les leen sus espectros visibles (350-750 nm) para determinar su comportamiento a pH neutro (7.0), pH ácido (2), y pH básico (12). Se usó un Espectrofotómetro Beckman-DU65.

Adicionalmente a las pruebas espectrofotométricas, se realizó cromatografía en capa fina para la comparación de Rfs de los estándares contra las muestras.

La preparación de placas de sílica gel se hizo siguiendo el siguiente procedimiento: se pesaron 20 g de Sílica gel 60 G (Merck) y se suspendió en 60 ml de agua. El espesor de la sílica fue de 0.5 cm. El tamaño de la placa fue de 20 x 20 cm. Se permitió secar al aire libre. Posteriormente, se activa la placa de Sílica gel dentro de una estufa a 98-100 °C durante 1 hora. Se permite enfriar y esta lista para usarse (Stahl, 1969).

Se aplicaron por duplicado los colorantes separados intercalando un estándar. El sistema de disolventes usado fue una mezcla de n-butanol:etanol:hidróxido de amonio:agua (50:50:25:10). El tiempo para correr una placa de cromatografía fue de 2 horas y se determinaron los Rfs.

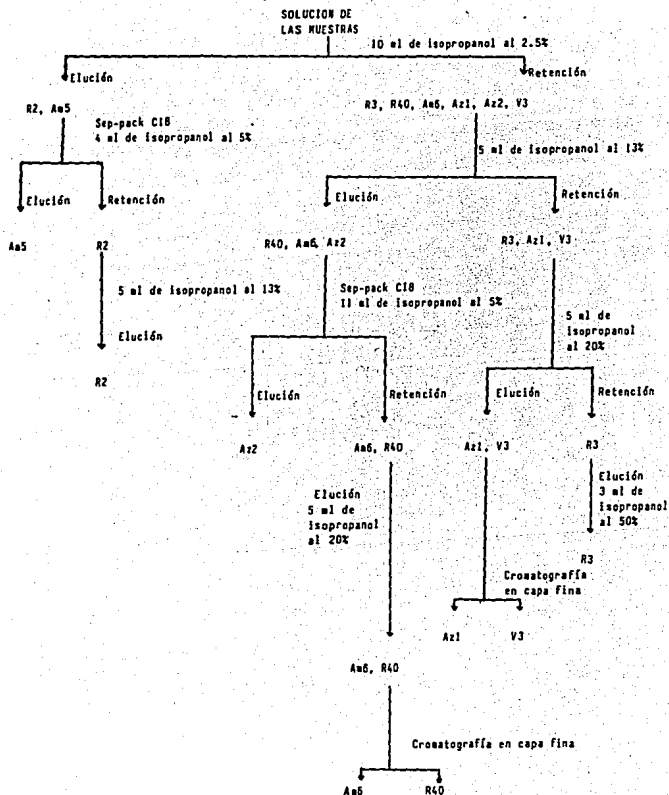


Figura 7.- Diagrama del procedimiento de separación de los colorantes extraídos con los cartuchos Sep-pack C18. R2=AMyC Rojo 2; R3=AMyC Rojo 3; R40=AMyC Rojo 40; An5=AMyC Amarillo 5; An6=AMyC Amarillo 6; Az1=AMyC Azul 1; Az2=AMyC Azul 2; V3= AMyC Verde 3.

La cuantificación de los colorantes en las muestras se hizo utilizando el espectro visible a pH neutro obtenido anteriormente. El espectro proporcionó el valor de la absorbancia en el pico máximo, y se utilizaron las ecuaciones de regresión de las curvas de calibración de los estándares obtenidas. Estas concentraciones obtenidas se calcularon para 100 g de muestra y se ajustaron con las ecuaciones de regresión lineal de las concentraciones recuperada y control obtenidas. Los cálculos se efectuaron de la siguiente forma:

Concentración de colorante detectada en la muestra (mg/100 g):

$$\text{concentración leída} \times \frac{\text{aforo}}{\text{alícuota}}$$

Concentración ajustada (mg/100 g):

$$\frac{(\text{Concentración detectada en la muestra}) - I}{m_2}$$

donde:

I = intersección al origen de la línea de regresión de las concentraciones recuperadas y control.

$m_2$  = pendiente de la línea de regresión de las concentraciones recuperadas y control.

Posteriormente, se calculó la concentración por unidad de producto de la siguiente manera:

Concentración por unidad de producto (mg/unidad):

$$\frac{(\text{Concentración ajustada})}{100} \times \text{Peso de la unidad}$$

Finalmente, se calcularon los porcentos de colorante en las muestras, usando las siguientes fórmulas:

Porcentaje de colorante en la muestra:

$$\frac{\text{Concentración por unidad} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

#### 4.- ESTIMACION DEL PORCIENTO DE RECUPERACION DE LOS COLORANTES.-

Para estimar el porcentaje de recuperación de colorantes se adicionaron cantidades conocidas del colorante (cuadro 5), usando sistemas similares a los alimentos estudiados. Posteriormente, se comparan las cantidades adicionadas contra las cantidades detectadas, y se aplica una regresión lineal:

Cantidad detectada (mg/100 g) :

$$I + m_2 (\text{cantidad adicionada en mg/100 g})$$

donde:

I = intersección al origen;

$m_2$  = pendiente de la regresión lineal;

Se calculó el coeficiente de regresión de las cantidades detectadas y adicionadas, con el objeto de averiguar el error experimental asociado al procedimiento, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$r^2 = \left[ \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \right]^2$$

donde:

$r^2$  = Coeficiente de regresión;

X = cantidad adicionada;

Y = cantidad detectada;

N = número de comparaciones;

(Armitage, 1990 y Downie, 1973).

Se prepararon soluciones de colorante de concentración creciente de acuerdo al cuadro 5, en un sistema de 0.1 g de azúcar por ml de agua. Se tomaron 2 ml de las soluciones de colorante y se hicieron pasar a través de un cartucho Sep-pack C18.

Cuadro 5.- Cálculo del porcentaje de recuperación de los colorantes en las muestras.

Colorante	Cantidad añadida N (mg/100 g)	Cantidad detectada Y (mg/100 g)	$r^2$	% recuperación
<b>Colorantes hidrosolubles:</b>				
<b>AMyC Rojo 2</b>				
	0.2	0.25	0.999	102.50
	2.0	2.04		101.97
	4.0	4.13		103.34
	8.0	7.66		95.81
<b>AMyC Rojo 3</b>				
	2.0	0.74	0.99	37.10
	4.0	1.51		37.80
	8.0	2.59		32.39
<b>AMyC Rojo 6</b>				
	0.2	0.17	0.999	87.44
	2.0	1.79		89.80
	4.0	3.42		85.54
	8.0	7.27		90.91
<b>AMyC Amarillo 5</b>				
	0.2	0.18	0.999	93.50
	2.0	1.63		81.78
	4.0	2.91		72.83
	8.0	6.03		75.45
<b>AMyC Amarillo 6</b>				
	0.2	0.19	0.998	97.34
	2.0	1.64		82.01
	4.0	3.22		80.61
	8.0	6.00		75.08
<b>AMyC Azul 1</b>				
	0.02	0.0203	0.999	101.39
	0.2	0.2004		100.18
	2.0	2.054		102.70
	4.0	4.102		102.55
<b>Lacas de colorantes:</b>				
<b>AMyC Azul 1</b>				
	20.0	8.84	0.999	44.20
	30.0	11.57		38.58
	40.0	14.34		35.86
<b>AMyC Amarillo 5</b>				
	50	22.79	0.922	45.59
	80	33.62		42.03
	100	33.76		33.8
<b>AMyC Rojo 3</b>				
	40	14.37	0.984	35.92
	60	16.97		28.28
	80	21.97		27.46

Los colorantes retenidos en el cartucho se eluyen con isopropanol ( de 3 a 5 ml) de acuerdo a la figura 7, o con metanol al 25 % o 40 %. El colorante separado se afora a 10 ml. Las soluciones obtenidas se leen en un espectrofotometro Beckman-DU65 a la longitud de onda de máxima absorbancia de cada colorante. Se repite el procedimiento 5 veces. Se utilizan las ecuaciones de regresión lineal de las curvas de calibración de los estándares que ya se obtuvieron, para estimar la cantidad detectada de acuerdo a la siguiente fórmula:

Cantidad detectada (mg/100 g):

$$\text{(Concentración leída )} \quad \text{aforo} \quad 100 \\ \times \frac{\text{-----}}{\text{alícuota}} \times$$

Con los valores de las cantidades detectadas y las adicionadas, se calcula la regresión lineal y se obtiene la relación entre estas dos concentraciones. Los coeficientes de la regresión lineal ( $I$  y  $m_2$ ) se calcularon de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$m_2 = \frac{\sum XY - \left[ (\sum X) (\sum Y) / N \right]}{\sum X^2 - \left[ (\sum X)^2 / N \right]}$$

$$I = \bar{Y} - m (\bar{X})$$

donde:

X = cantidad adicionada;

Y = cantidad detectada;

N = número de comparaciones;

$\bar{X}$  = promedio de los valores de cantidad adicionada;

$\bar{Y}$  = promedio de los valores de cantidad detectada.

(Downie, 1973).

Se calculó el coeficiente de regresión.

Se usaron como referencia lacas controladas de Warner-Jenkinson de AMyC Azul 1, AMyC Amarillo 5 y AMyC Rojo 3. Para cada laca se prepararon tres niveles de concentración usando como dispersante harina de trigo (cuadro 5). De estas dispersiones se prepararon 0.5 g secos y se suspendieron en

20 ml de una solución de metanol-agua (90:5). Se dejó reposar 12 horas. Posteriormente se alcalinizó la suspensión con 1 ml de hidróxido de amonio y se calentó permitiendo la evaporación del metanol y del amonio. Se decantó. Los sólidos en suspensión se pasan a través de un papel filtro Whatman no. 1 y se lava con 20 ml de agua destilada. El filtrado se concentra por evaporación (aproximadamente a 10 ml) para ser aforado posteriormente a 50 ml. De esta solución se tomaron 5 ml y se hicieron pasar a través de un cartucho Sep-pack C18. El colorante retenido en el cartucho Sep-pack C18 se eluye con isopropanol (de 3 a 5 ml) de acuerdo a la figura 7. El colorante aislado se afora a 10 ml. La solución del colorante obtenida se lee en un espectrofotometro Beckman-DU65 a la longitud de onda de máxima absorbancia de cada colorante usado. Se repite el procedimiento de extracción, aislamiento y lectura cinco veces. Se utilizan las ecuaciones de regresión lineal de las curvas de calibración para estimar las cantidades detectadas de acuerdo a la siguiente fórmula:

Cantidad detectada (mg/100 g):

$$\text{(Concentración leída)} \times \frac{\text{aforo}}{\text{peso}} \times \frac{\text{aforo}}{\text{alicuota}} \times \frac{100}{\text{peso}}$$

Posteriormente, se evaluó el error experimental calculando el coeficiente de regresión  $r^2$ .

##### 5.- MONITOREO, ORIGEN E IDENTIFICACION DE LOS COMPUESTOS USADOS COMO MATERIAS PRIMAS EN COLORES ROJOS Y MORADOS PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS.-

Se adquirieron 6 muestras de materias primas colorantes (1 morada y 5 rojas) en R.T. Distribuidores, S.A. de C.V. con domicilio en Anillo de Circunvalación No. 709, Local 4, Colonia La Merced, Distrito Federal. Las muestras se analizaron por espectrofotometría visible y cromatografía en capa fina para posteriormente confirmar la identidad de los colorantes rojos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

Para determinar el máximo de absorción se disolvieron las muestras en agua destilada para obtener soluciones con una concentración de 0.002 g/ml. A estas soluciones se les hizo pasar a través de un cartucho Sep-pack C18; los colorantes retenidos se eluyeron con soluciones de



isopropanol de acuerdo a la figura 7. Las soluciones rojas obtenidas se usaron para determinar los espectros visibles como ya se describió. Posteriormente se realizó la cromatografía en capa fina y la cromatografía líquida de alta resolución.

#### 6.- CROMATOGRAFIA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCION (HPLC).-

La Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) se aplicó para una mayor certeza en la identidad del AMYC Rojo 2 que no esta autorizado por la Legislación Mexicana, debido a carcinogenicidad (Clode et al., 1987). El AMYC Rojo 2 fue identificado previamente por espectrofotometría visibles y cromatografía en capa fina en muestras de "congeladas" rojas moradas de la zona Oeste y en algunas materias primas colorantes. Por lo cual, la HPLC se aplicó primeramente a las muestras de "congeladas" rojas y moradas provenientes de las cinco zonas del D.F. y a las materias primas colorantes rojas y moradas provenientes de la Central de Abastos La Merced, D.F.

Análisis de las muestras de "congeladas" rojas y moradas provenientes de las cinco zonas del D.F.- Un volumen de 50 ml de muestra líquida (a 20°C) se ajustaron a 0.005M de fosfato de tetra-n-butilamonio, de esta solución se toman 20 ml y se pasan a través de un cartucho Sep-pack C18. El cartucho se lava con 20 ml de agua destilada y los colorantes retenidos se eluyen con 4 ml de Metanol:Agua (1:1). El eluyente fue colectado y evaporado hasta casi 0.5 ml, filtrado a través de un filtro milipore de 0.45 um. Se procedió al análisis por HPLC (Lawrence et al., 1981).

Análisis de materias primas colorantes rojas y moradas provenientes de la Central de Abastos de La Merced, Distrito Federal.- Se prepararon soluciones de las muestras con una concentración de 0.01 - 0.02 % en agua conteniendo 0.005 M de tetra-n-butilamonio fosfato (TBAP). Posteriormente, se toman 5 ml y se les pasa a través de un cartucho Sep-pack C18 y se lava con 20 ml de agua destilada. El colorante retenido en el cartucho Sep-pack C18 se eluye con 5 ml de solución de metanol:agua (1:1). Finalmente, se filtra a través de un filtro milipore de 0.45 um (Lawrence et al., 1981).

Preparación de los estándares para HPLC.- Se preparan soluciones de los estándares con una concentración de 0.01 - 0.02% en agua conteniendo 0.005 M de tetra-n-butilamonio fosfato (TBAP). Posteriormente, se toman 5 ml y se les pasa por un cartucho Sep-pack C18 y se lava con 20 ml de agua destilada. El colorante retenido en el cartucho Sep-pack C18

se eluye con 5 ml de solución de Metanol:agua (1:1). Finalmente, se filtra a través de un filtro millipore de 0.45  $\mu\text{m}$  (Lawrence et al., 1981).

**Material y condiciones de operación.-** La columna utilizada fue RP-C18, de 10 micrometros microbandapa (3.9 x 300 mm). La fase mobil utilizada fue Metanol:agua (50:50) conteniendo 0.05M de TBAP. El metanol usado fue grado HPLC. Se corrieron las muestras y los estandares con un tiempo de corrida de 20 minutos, a una longitud de 500 nm, y un flujo de 1 ml/minuto. El cromatografo de liquidos fue Waters con inyector UGK, bomba y controlador Waters 600E, y detector de arreglo diodos 991.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de la encuesta sobre los productos sin registro detectados en las escuelas primarias particulares y oficiales se muestran en la figura 8 y en el anexo 1. Las escuelas particulares no mostraban la comercialización acentuada de productos alimenticios sin registro en comparación con las públicas. Considerando esto, la encuesta se dirigió posteriormente a las escuelas oficiales. Hubo tres escuelas primarias oficiales en las que se detectó un máximo de 7 y 6 productos alimenticios sin registro; estas escuelas fueron "Rickards" en la Delegación Alvaro Obregón comercializando 7 productos alimenticios sin registro. "La Florida" y "Valentín Gomez Farias" en la Delegación Benito Juárez comercializando 6 productos alimenticios carente de registro.

Se observa que "congeladas" en tubo de plástico es el primer producto en importancia ya que 29 de las escuelas primarias oficiales y en 4 de las particulares (de las encuestada) presentaban este producto en sus proximidades al momento de la encuesta. El segundo producto que sigue en importancia por ser detectado en las escuelas primarias resultó ser "paletas de hielo" debido a que estuvo presente en 13 escuelas oficiales y en 4 particulares ( de las encuestada). El tercer producto en importancia fue "nieves" en escuelas oficiales contando con 13 escuelas de entre las encuestada; a pesar de que en escuelas particulares no se detectó el producto. El cuarto producto en importancia fue "congeladas" en bolsa comercializada en escuelas oficiales contando con 12 escuelas de las 51 escuelas encuestada; aunque en escuelas particulares no se detectó. El quinto producto en importancia resultó ser "raspados" en escuelas oficiales; sin embargo, en escuelas particulares no se detectó. El sexto producto en importancia fue "garapiñados" en escuelas oficiales contando con 8 de las 51 escuelas encuestada, y en particulares sí se detectó (4 escuelas particulares). Los productos con menor importancia resultaron ser "manzanas cubiertas de caramelo rojo" y gelatinas.

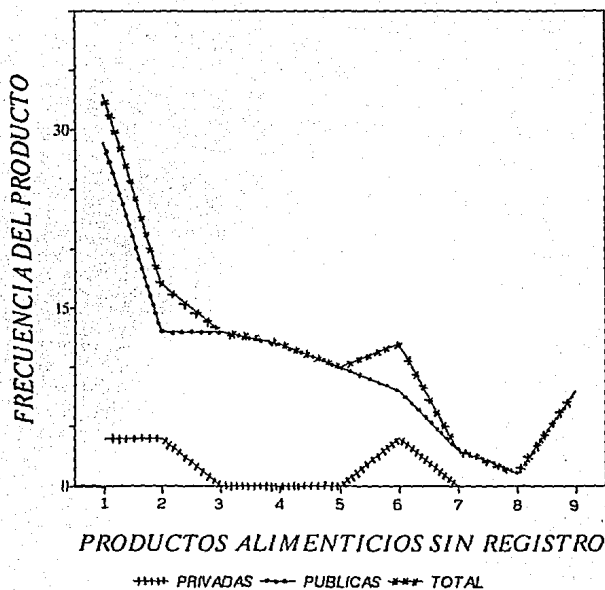


Figura 8.- Incidencia de productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud, en 51 escuelas primarias del Distrito Federal.

Los porcentajes de comercialización por color de alimento desprovisto de registro al momento de la encuesta (Mayo - Junio de 1991) en la zona Oeste se muestran en el cuadro 6. Se observa que "congeladas" en tubo de plástico se presenta mayormente en coloración amarillo ( 56% de las 51 escuelas encuestada), seguido por la coloración verde, rojo y morado (con un 54% de las 51 escuelas encuestada); finalmente, la coloración naranja (con un 35% de las escuelas encuestada) y café ( con un 10% de las escuelas encuestada ) son las coloraciones menormente presentes. El producto "congeladas" en bolsa se detectó principalmente en la presentación rojo ( 18% de las 51 escuelas encuestada ). En "raspados" se detectó máxime la presentación amarillo y verde. Las "nieves" se presentaron mayormente en verde (20%). Las "paletas de hielo" se presentaron principalmente en verde (28%). Los "garapiñados" se presentaron únicamente en rojo (15%). Asimismo, las "manzanas cubiertas de caramelo rojo" (3%). Las "gelatinas" se presentaron igualmente en amarillo, verde y rojo (5%) y menormente en morado y naranja (3%).

Cuadro 6.- Porcentajes de escuelas primarias particulares y oficiales que comercializaban los diversos productos sin registro en sus diferentes presentaciones al momento de la encuesta de Mayo-Junio de 1991 en la zona Oeste del Distrito Federal.

Producto	Presentaciones					
	amarillo	verde	rojo	morado	naranja	café
1.-"Congeladas" en tubo de plástico.	56	54	54	54	35	10
2.-"Congeladas" en bolsa.	13	15	18	5	8	-
3.-"Raspados".	18	18	15	13	8	8
4.-Nieves.	18	20	15	5	3	-
5.-Paletas de hielo.	18	28	20	15	8	5
6.-Garapiñados.	-	-	15	-	-	-
7.-Manzanas cubiertas de caramelo rojo.	-	-	3	-	-	-
8.-Gelatinas.	5	5	5	3	3	-
9.-Otros.	13	20	28	3	8	-

(Total de escuelas particulares y oficiales consideradas = 51 ).

Los datos de la encuesta mencionada anteriormente, permitieron decidir que se debía muestrear únicamente escuelas oficiales para un estudio mas grande en el D.F. También, permitieron decidir que se debía muestrear "congeladas" en tubo de plástico en las presentaciones amarillo, verde, rojo, morado y naranja.

En el muestreo de "congeladas" en escuelas primarias oficiales fue realmente sencillo encontrar "congeladas" en tubo de plástico en las escuelas primarias oficiales elegidas al azar, ya que en las escuelas muestreadas se encontró este producto al momento de la visita. Se observó que las muestras de "congeladas" en tubo de plástico que se recolectaron en las cinco diferentes escuelas de la zona Oeste, tenían el mismo tono en cada presentación (coloración), por lo cual, se infiere la probabilidad de que los productores utilizan las mismas materias primas en su fabricación (esto se deberá ratificar con el análisis espectrofotométrico y la cromatografía en capa fina, y en el caso de los colorantes rojos se confirmó con HPLC).

El Zoológico del Bosque de San Juan de Aragón comercializaba principalmente "raspados" (rosa, verde, morado y rojo) al momento del muestreo. En el Bosque de Chapultepec, el producto alimenticio sin registro coloreado artificialmente que mayormente se comercializaba en las tres secciones fue "algodones" de azúcar (rosa y azul), a pesar de que se detectaron "raspados", "congeladas" en tubo de plástico, "garapiñados" y "aguas frescas" esporádicamente. En el Valle de las Monjas dentro del Parque Nacional Desierto de los Leones se encontró "obleas", "jamoncillos", "garapiñados", "dulces de leche" y frutas en dulce, pero el único conteniendo colorantes sintéticos en su formulación fue "obleas" (verde, azul, naranja y rosa). Las visitas hechas a los tres parques se realizaron en el mes de Julio de 1991 (fines de semana). Se muestreó la mitad de los vendedores de los productos coloreados artificialmente que mayormente se comercializaban al momento de la visita.

Detección de colorantes.- La prueba preliminar para averiguar si se usaron lacas o colorantes hidrosolubles en la elaboración de lacas arrojó información sobre la insolubilidad en agua de los colorantes sintéticos contenidos en el almídon de las "obleas", por lo cual, se concluye que se usaron lacas para colorear este producto. Este dato sirvió para elegir el procedimiento de extracción de los colorantes que fue diferente al usado para extraer los colorantes hidrosolubles.

El procedimiento de extracción de los colorantes en "obleas" no fue eficaz aparentemente debido a que se retenía colorante en el papel filtro usado.

Para separar la mezcla de los colorantes rojo y azul contenidos en "congeladas" y "raspados" morado tuvieron que utilizar soluciones de metanol al 25% y al 40%, ya que el sistema de isopropanol no fue igual de efectivo. En el resto de las muestras se utilizaron las soluciones de isopropanol de acuerdo a la figura 7.

La asociación de los picos de máxima absorbancia en espectroscopía (350-750 nm) de los colorantes aislados correspondió a los colorantes AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 3, AMyC Rojo 6, AMyC Amarillo 5, AMyC Amarillo 6 y AMyC Azul 1 (anexo 6).

El AMyC Rojo 2 fue identificado como tal en "congeladas" y "raspados" de presentación rojo y morado, de acuerdo a los picos de máxima absorbancia que corresponden a aquellos del estandar AMyC Rojo 2. El hecho de haber identificado al AMyC Rojo 2 en alimentos en primer lugar sería detectar una violación a las disposiciones de la Secretaría de Salud (S.S.A., anexo 4), ya que esta prohibido por ser un riesgo para la salud debido a que estudios de toxicidad del AMyC Rojo 2 han mostrado carcinogenicidad en ratas (Adrianova, 1970; Clode et al., 1987). Vale resaltar que el AMyC Rojo 2 se identificó en "congeladas" rojas y moradas frecuentemente consumidas por la población infantil, esto de acuerdo a los resultados de las escuelas que comercializan productos alimenticios sin registro (figura 7 y cuadros 6).

El AMyC Rojo 3 fue detectado en "raspados" rosa y morado, "algodones" rosa, "obleas" rosa y naranja. Estos productos cumplen con la Legislación Mexicana, aunque de acuerdo a los conocimientos actuales de la toxicidad de la laca del AMyC Rojo 3, las "obleas" rosa y naranja son un riesgo para la salud debido a que la laca del AMyC Rojo 3 ha mostrado la inducción de tumores en tiroides en estudios con ratas (Warner-Jenkinson Company, 1990; Duxbury, 1990; Borzelleca et al., 1990; Jennings y Schwartz, 1990).

El AMyC Rojo 6 fue identificado en "raspados" de presentación rojo de acuerdo a los picos de máxima absorbancia que corresponden al estandar del AMyC Rojo 6. Este colorante no esta considerado por la Legislación Mexicana, debido a que se ha demostrado que puede causar anemia (Adrianova, 1970; Brantom et al., 1987; Brantom et al., 1988; Gaunt et al., 1967).

El AMyC Amarillo 5 fue identificado en "congeladas" (amarillo y verde), "raspados" (verde) y "obleas" (verde), de acuerdo a sus picos de máxima absorbancia que corresponden al estandard del AMyC Amarillo 5 (anexo 6). Estos productos cumplen con la Legislación Mexicana en relación a la identidad del colorante usado.

El AMyC Amarillo 6 fue identificado en "congeladas" naranja de acuerdo a sus picos de máxima absorbancia. Este producto no cumple con la Legislación Mexicana en relación a la identidad del colorante usado en la elaboración.

El AMyC Azul 1 fue identificado en "congeladas" (verde), "raspados" (verde y morado), "algodones" (azul) y "obleas" (verde y azul) de acuerdo a los picos de máxima absorbancia. Estos productos cumplen con la Legislación Mexicana en cuanto a la identidad del colorante usado en su elaboración. El AMyC Azul 1 es un colorante muy seguro, que no ha mostrado efectos adversos en animales de laboratorio (Borzelleca et al., 1990).

La cromatografía en capa fina confirmó los resultados obtenidos por espectroscopia. Los resultados del AMyC Rojo 2 en cromatografía en capa fina muestran que los valores de Relación Frontal (Rf) de las muestras de "congeladas" (rojo y morado) y "raspados" (rojo y morado) correspondían al estandard de AMyC Rojo 2 con Rf de 0.67. Se extenderá una etapa confirmatoria de uso del AMyC Rojo 2 en el D.F., ya que es una declaración grave el afirmar que se comercializan en el mercado colorantes prohibidos por carcinogenicidad como es el caso del AMyC Rojo 2 (Clode et al., 1987).

Los valores de Rf del AMyC Rojo 3 contenidos en "raspados" (rosa y morado), "algodones" (rosa) y "obleas" (rosa y naranja) presentan una mínima diferencia de 0.01 entre los valores de las muestras y del estandard, esto es probablemente debido a un error en la aplicación de los puntos.

La identidad del AMyC Rojo 6 contenido en "raspados" (rojo) se reafirma por los resultados de cromatografía en capa fina. El Rf de las muestras fue de  $0.68 \pm 0.02$  y el Rf del estandard AMyC Rojo 6 fue  $0.68 \pm 0.02$ .

El amarillo contenido en "congeladas" (amarillo y verde), "raspados" (verde) y "obleas" (verde) detectado por cromatografía en capa fina corresponde al AMyC Amarillo 5, de acuerdo a los valores de Rf de las muestras ( $0.68 \pm 0.02$ ) y el Rf del estandard AMyC amarillo 5 ( $0.68 \pm 0.02$ ).



El Azul detectado por cromatografía en capa fina en "congeladas" (morado y verde), "raspados" (morado y verde), "algodones" (azul) y "obleas" (verde y azul), corresponde al AMyC Azul 1 de acuerdo a los Rfs de  $0.73 \pm 0.02$  para las muestras y el estandard.

**Cuantificación de los colorantes.**— Los niveles de colorantes en las muestras se reportan en por ciento y se les compara con la recomendación de uso de la FDA (1980), y del Comité de Protección de Alimentos (1965). (Ver cuadro 7). Esta comparación se hace debido a que en México no existen Normas para el nivel de colorantes en los alimentos; y el Codex Alimentarius establece niveles de colorantes únicamente en productos derivados de frutas, lácteos, mariscos y aceites y grasas comestibles (FAO/OMS, 1984).

El por ciento de colorantes contenidos en "congeladas" se muestran en el cuadro 7. Se observa que con la excepción del AMyC Azul 1, los porcientos promedio de colorantes en "congeladas" exceden los niveles de uso recomendados por el Comité de Protección de los Alimentos (1965) y de la FDA (1980); debería ser disminuido el uso de colorantes en la producción de "congeladas" mediante recomendaciones en la etiqueta de las materias primas colorantes distribuidas en México. Resalta nuevamente el AMyC Rojo 2 identificado en "congeladas" rojo y morado provenientes de escuelas primarias oficiales de la zona Oeste. El AMyC Rojo 2 no es permitido en alimentos en México como en otros países incluyendo Estados Unidos de Norteamérica. Se infiere la hipótesis de que se está distribuyendo el AMyC Rojo 2 desde las materias primas colorantes en México; por lo que hizo que se incluyera una etapa confirmatoria de la extensión de uso del AMyC Rojo 2 en 5 zonas diferentes del D.F., tomando de nuevo a escuelas oficiales como fuente de consumo de "congeladas".

En "raspados" (cuadro 7), el AMyC Amarillo 5 y el AMyC Rojo 3 en las presentaciones verde, morado y rosa, exceden los niveles de uso recomendados por el Comité de Protección de Alimentos (1965). Destaca al AMyC Rojo 2 y el AMyC Rojo 6 identificados en las presentaciones morado y rojo de "raspados", este hecho indica la distribución de colorantes no autorizados oficialmente como materias primas colorantes en México (S.S.A., anexos 3 y 4). Los grandes distribuidores de colorantes parecen olvidar el riesgo a la salud debido a la ingesta del AMyC Rojo 2 y del AMyC Rojo 6.

Los colorantes contenidos en "algodones" de azúcar provenientes del Bosque de Chapultepec (cuadro 7), son el AMyC Rojo 3 y el AMyC Azul 1 excediendo el nivel de uso recomendado por la Legislación Mexicana para golosinas (0.01%).

Cuadro 7.- Niveles de colorantes en las muestras de "congeladas", "raspados", "obleas" y "algodones".

Producto	Colorante	Concentración detectada (mg/100g)	Concentración ajustada (mg/100g)	Peso por unidad (g)	% de color	Nivel de uso recon.
<b>"Congeladas":</b>						
Rojo	AMyC Rojo 2	7	7.37	60 <sup>+</sup> 5	0.007	0.0***
Morado	AMyC Rojo 2	4	4.21		0.004	0.0***
Amarillo	AMyC Amarillo 5	3	4.03		0.004	0.002*
Naranja	AMyC Amarillo 6	6	7.67		0.008	0.002*
Verde	AMyC Azul 1	0.3	0.29		0.0003	0.02*
Verde	AMyC Amarillo 5	5	6.72		0.007	0.002*
<b>"Raspados":</b>						
Rosa	AMyC Rojo 3	5	14.97	250 <sup>+</sup> 5	0.015	0.0056*
Verde	AMyC Amarillo 5	7	9.40		0.009	0.002*
Verde	AMyC Azul 1	1	0.97		0.001	0.02*
Morado	AMyC Azul 1	3	2.91		0.003	0.02*
Morado	AMyC Rojo 3	7	20.95		0.021	0.0056*
Morado	AMyC Rojo 2	4	4.21		0.004	0.0***
Rojo	AMyC Rojo 2	5	5.26		0.005	0.0***
Rojo	AMyC Rojo 6	25	27.52		0.027	0.0***
<b>"Algodones":</b>						
Azul	AMyC Azul 1	23	22.33	42.5 <sup>+</sup> 3	0.022	0.01**
Rosa	AMyC Rojo 3	12	35.92	25.0 <sup>+</sup> 5	0.036	0.01**

\*Nivel de uso recomendado por el Comité de Protección de Alimentos (Food Protection Committee, 1965). \*\* Diario Oficial, 18 de Enero de 1988. \*\*\* Hatchcock, 1981).

**Ingesta de colorantes.**— Para evaluar en forma teórica aproximada la magnitud de la exposición a colorantes asociada al consumo de "congeladas", "raspados", y "algodones", se asumió el supuesto caso del consumo de una unidad de producto; con lo cual se estimaron las ingestas de los diversos colorantes en niños de 9 años de edad con un peso de 30 Kg. Estos valores de ingesta se compararon con el 0.30IDA asignados por la FDA de los Estados Unidos de Norteamérica como un valor de seguridad para niños.

El consumo de una unidad de "congeladas" en la presentación naranja, amarillo y verde es seguro para niños de 9 años de edad, y podrían consumir aparentemente varias unidades sin que esto represente un riesgo para su salud. Esta afirmación es en base a los valores de ingesta estimados de AMyC Amarillo 5 (0.8 mg/Kg) y AMyC Amarillo 6 (0.15 mg/Kg), y AMyC Azul 1 (0.006 mg/Kg) que están muy por abajo del valor de 0.30IDA. Sin embargo, las "congeladas" rojo y morado representan un riesgo para la salud infantil, ya que se les identificó contener AMyC Rojo 2, el cual es un colorante prohibido por habersele asociado a problemas de

carcinogenicidad en ratas (Adrianova et al., 1970; Clode et al., 1987).

Los "raspados" en presentación rosa, morado y rojo presentan un riesgo para la salud según lo demuestran los valores de ingesta estimados. En la presentación rosa y morado se consumirían cantidades mayores de AMyC Rojo 3 (1.25 mg/Kg y 1.75 mg/Kg) que las cantidades sugeridas para niños (0.75 mg/Kg). Adicionalmente, la ingesta de colorantes no autorizados en México como el AMyC Rojo 2 y el AMyC Rojo 6 ponen en riesgo a la salud de la población infantil consumidora de "raspados" morado y rojo. La presentación verde de "raspados" es la única que es un producto seguro para niños de 9 años de edad o menores en relación a su contenido de AMyC Amarillo 5 y AMyC Azul 1. La causa de las altas ingestas de colorantes en "raspados" rosa y morado es la fuerte intensidad de la coloración y el tamaño del producto (250 ml.), por lo cual debería recomendarse a los usuarios de materias primas colorantes rojas y moradas que usen una medida controlada de colorante por cada litro de agua.

El producto "algodones" de azúcar en su presentación azul no es un producto seguro para el consumo por parte de niños de 9 años de edad o menores, ya que la ingesta estimada de AMyC Azul 1 resultó de 0.32 mg/Kg de peso corporal que es mas del doble del valor sugerido para niños por la FDA (0.15 mg/Kg de peso corporal). Se recordará que este producto se comercializa en el Bosque de Chapultepec por lo que representa un gran riesgo. La presentación rosa es segura para el consumo de niños de 9 años de edad o menores de acuerdo a la ingesta teórica estimada del colorante AMyC Rojo 3 contenido en este producto que fue de 0.30 mg/Kg de peso corporal, que no alcanza el 0.30 del IDA establecido por la FDA (0.75 mg/Kg de peso corporal).

Anteriormente se identificó al AMyC Rojo 2 y 6 entre los colorantes contenidos en los productos seleccionados. Ambos colorantes no están autorizados en México, de acuerdo a la información proporcionada por la Secretaría de Salud (anexo 3 y 4); por lo cual, se buscó a estos dos colorantes entre los ingredientes de las materias primas colorantes moradas y rojas distribuidas en La Merced, D.F.

Los colorantes contenidos en las materias primas para dar colores morados y rojos, e identificados por espectrofotometría, fueron: AMyC Rojo 2 y 6, según los picos de máxima absorbancia mostrados en el cuadro 8, y que corresponden a los valores teóricos de absorbancia (anexo 6). Esta identificación fue verificada por cromatografía en

capa fina y por HPLC, debido a que indica una violación a la Ley General de Salud de México.

Cuadro 8.- Picos de máxima absorbancia de los colorantes contenidos en las materias primas para dar colores morado y rojo, comercializadas por R.T Distribuidores S.A. de C.V. en el mercado La Merced del Distrito Federal (10 de Octubre de 1991).

Coloración impartida	Nombre comercial	Elaborado por Compañía :	Colorante	Picos de máxima Absorbancia		
				pH 7	pH 2	pH 12
Morado	Rojo Uva	A	AMyC Rojo 2	520	520	510
Rojo	Rojo Fresa	A	AMyC Rojo 6	508	508	430
Rojo	Rojo Fresa	B	AMyC Rojo 2	520	520	510
Rojo	Rojo Fresa	C	AMyC Rojo 6	508	508	430
Rojo	Rojo Grosella	A	AMyC Rojo 2	520	520	510
Rojo	Rojo Grosella	B	AMyC Rojo 2	520	520	510

Los valores de relación frontal (Rf) de los colorantes rojos contenidos en las muestras Rojo Uva (Deiman), Rojo Fresa (Aurolu), Rojo Grosella (Deiman) y Rojo Grosella (Aurolu), corresponden al estandar de AMyC Rojo 2 (cuadro 9). Asimismo, los colorantes rojos de las muestras Rojo Fresa (Deiman) y Rojo Fresa (Medina), tuvieron valores de Rf correspondientes al AMyC Rojo 6.

Cuadro 9.- Comparación de los valores de Relación Frontal (Rf) de los colorantes contenidos en las muestras de materias primas con los estandares.

Coloración impartida	Nombre comercial	Elaborado por Compañía:	Colorante	Rf de la muestra	Rf del estandar
Morado	Rojo Uva	A	AMyC Rojo 2	0.67	0.67
Rojo	Rojo Fresa	A	AMyC Rojo 6	0.68	0.68
Rojo	Rojo Fresa	B	AMyC Rojo 2	0.68	0.68
Rojo	Rojo Fresa	C	AMyC Rojo 6	0.68	0.68
Rojo	Rojo Grosella	A	AMyC Rojo 2	0.69	0.69
Rojo	Rojo Grosella	B	AMyC Rojo 2	0.68	0.68

En la etapa confirmatoria del uso indebido de AMyC Rojo 2 se analizaron solamente "congeladas" en tubo de plástico de presentación roja y morada provenientes de escuelas primarias oficiales del Distrito Federal y tomadas de 5 zonas (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro). La razón para esta decisión fue que las muestras de "congeladas" rojo y morado provenientes de las cinco zonas del D.F., mostraron contener exclusivamente AMyC Rojo 2 (prohibido en México para su uso en alimentos), según los resultados de espectroscopía (Picos de máxima absorbancia a pH 7 = 520 nm, pH 2 = 520 nm y pH 12 = 510 nm) y cromatografía en capa fina (Rf de las muestras  $0.67 \pm 0.01$  y Rf del estándar  $0.67 \pm 0.01$ ).

A pesar de que tanto la espectrofotometría visible como la cromatografía en capa fina indicaron que el colorante rojo contenido en las muestras de "congeladas" rojas y moradas es el AMyC Rojo 2, se verificó su identidad por HPLC (anexo 2).

Los tiempos de retención en minutos (Tr) del colorante rojo detectado en "congeladas" rojo y morado provenientes de escuelas primarias de las 5 zonas del D.F. identifican al AMyC Rojo 2 (Tr= $5.9 \pm 0.4$ ), AMyC Rojo 5 (Tr= $15.8 \pm 0.2$ ), y AMyC Rojo 6 (Tr= $9.3 \pm 0.2$ ), los cuales no están autorizados oficialmente para usarse en alimentos en México. La razón para que se haya identificado por espectrofotometría visible como AMyC Rojo 2 es debido a su similar estructura química que tienen los tres colorantes, y debido a la presencia probable de colorantes subsidiarios que desplazan la longitud de onda de máxima absorbancia hacia longitudes más altas, confundiendo con el AMyC Rojo 2. El AMyC Rojo 5 (carmoisina) no es carcinogénico como ha mostrado el AMyC Rojo 2, y no ha mostrado efectos adversos en pruebas toxicológicas (Ford et al., 1987). Finalmente, el AMyC Rojo 6 ha causado anemia en estudios con ratas (Gautan et al., 1986).

Usando HPLC se identificó al AMyC Rojo 2 (Tr= $6.0 \pm 0.4$ ), AMyC Rojo 5 (Tr= $15.8 \pm 0.2$ ) y al AMyC Rojo 6 (Tr= $9.4 \pm 0.3$ ) como ingredientes de las materias primas colorantes rojas y moradas muestreadas en la Central de Abastos La Merced, D.F. Las diferencias de décimas de minuto entre las muestras y los estándares fueron debidas a que los colorantes de las muestras no estaban puros, sino que contenían colorantes subsidiarios que al no ser separados en el sistema usado, se defaza el tiempo de retención ligeramente.

De acuerdo a los tiempos de retención de los colorantes rojos contenidos en las muestras Rojo Uva - Compañía A (Tr= $6.0 \pm 0.2$ ) y Rojo Fresa - Compañía B (Tr= $5.9 \pm 0.2$ ), se usó AMyC Rojo 2 en la formulación de estas materias primas

( $Tr=5.4 \pm 0.2$ ). El AMyC Rojo 2 no está autorizado oficialmente a la fecha para su uso en alimentos en México, por lo que su distribución por parte de las compañías A y compañía B (anexo 5) podría considerarse un delito contra la salud.

Por otro lado, los tiempos de retención de los colorantes rojos contenidos en las muestras Rojo Fresa - Compañía A ( $Tr=9.1 \pm 0.2$ ), Rojo Fresa - Compañía C ( $Tr=9.2 \pm 0.2$ ) y Rojo Grosella - Compañía B ( $Tr=9.4 \pm 0.2$ ), mostraron que se usó AMyC Rojo 6 en la formulación de estas materias primas ( $Tr=9.18$ ). El AMyC Rojo 6 tampoco está autorizado oficialmente a la fecha para su uso en alimentos en México, por lo cual, las compañías A, B y C cometen aparentemente una violación a la Ley General de Salud de México vigente.

## CONCLUSIONES

1.- La comercialización de productos alimenticios sin registro es acentuada en escuelas primarias oficiales en comparación con particulares. El producto involucrado mas frecuentemente fue "congeladas" en tubo de plástico en presentación amarilla, roja, morada y verde. En orden decreciente de frecuencia estan "paletas de hielo", "nieves", "congeladas" en bolsa, "raspados", "garapiñados", "gelatinas" y "manzanas cubiertas de caramelo rojo".

2.- Los colorantes detectados en los productos alimenticios sin registro y sin declaración de etiqueta seleccionados ("congeladas", "raspados", "algodones" y "oblas"), fueron en conjunto: AMyC Amarillo 5, AMyC Amarillo 6, AMyC Azul 1, AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 3, AMyC Rojo 5 y AMyC Rojo 6. De estos, el AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 5, el AMyC Rojo 6 y el AMyC Amarillo 6 no estan autorizados oficialmente en México para colorear alimentos.

3.- En "raspados", el colorante rojo (AMyC Rojo 6) es un riesgo para la salud del consumidor pues se ha visto que causa anemia en animales de laboratorio (Gautan et al., 1986).

4.- El producto "algodones" de presentación azul, comercializado en el Bosque de Chapultepec, es un producto de seguridad dudosa para el consumo por parte de niños de 9 años de edad o menores, porque excede los valores de Ingesta Diaria Máxima Admisible recomendados por la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos de Norteamérica para niños (cálculo teórico aproximado).

5.- En las "oblas" no se obtuvo una buena cuantificación de los colorantes sintéticos contenidos. Las presentaciones rosa y naranja son un riesgo para la salud del consumidor por contener la laca del AMyC Rojo 3, que se ha visto que produce tumores en tiroides en ratas (Warner-Jenkinson Company, 1990).

6.- En 1991, la Compañía A hizo distribución en México tanto de AMyC Rojo 2, AMyC Rojo 5 y de AMyC Rojo 6; la Compañía B distribuyó AMyC Rojo 2 y AMyC Rojo 6; y la Compañía C distribuyó AMyC Rojo 6. Estos colorantes no estuvieron autorizados oficialmente para uso alimentario en 1991 ni a la fecha, de acuerdo a información proporcionada por la Secretaría de Salud en 1994 (anexos 3 y 4).

**RECOMENDACIONES**

1.- Se recomienda a los fabricantes de materias primas colorantes para alimentos incluyan en la etiqueta instrucciones de uso.

2.- La Secretaria de Salud debería revisar más frecuentemente a los colorantes contenidos en las materias primas colorantes existentes en el mercado, con el fin de retirar colorantes no autorizados que pudieran ser riesgosos para la salud del consumidor.



## LITERATURA

- Adrianova, M. (1970). Carcinogenic Properties of the Red Food Dyes Amaranth, Poceau SX and Ponceau 4R. Vop. Pitan. 29(5), 61.
- A.O.A.C. (1990). A.O.A.C. Official Methods of Analysis, U.S.A., pp. 1117-1118.
- Armitage, P. y Berry, G. (1990). Statistical Methods in Medical Research, Blackwell Scientific Publications, Gran Bretaña, pp. 78-95.
- Borzelleca, J., Depukat, K. y Hallagan, J. (1990). Lifetime Toxicity Carcinogenicity Studies of FD&C Blue No. 1 in Rats and Mice. Food Chem. Toxicol. 28(4), 221-224.
- Borzelleca, J. y Hallagan, J. (1990). Multigeneration Study of FD&C Red No. 3 (Erythrosine) in Sprague-Dawley Rats. Food Chem. Toxicol. 28(12), 813-819.
- Branen, A., Davidson, P. y Salminen, S. (1990). Food Additives, Ed. Marcel Dekker, INC, U.S.A., pp. 9-13, 20, 327-344.
- Brantom, P., Stevenson, B. y Ingram, A. (1987). A Three-Generation Reproduction Study of Ponceau 4R in the Rat. Food Chem. Toxicol. 25(2), 963.
- Brantom, I., Stevenson, P. y Wright, M. (1988). Long-Term Toxicity Study of Ponceau 4R in Rats Using Animals Exposed in Utero. Food Chem. Toxicol. 25(12), 955-962.
- Chavez, A. y Martinez, C. (1980). Nutricion y Desarrollo Infantil, Ed. Interamericana, México, p. 109.
- Clode, S., Hooson, J., Grant, D. y Butler, W. (1987). Long-Term Toxicity Study of Amaranth in Rats Using Animals Exposed in Utero. Food Chem. Toxicol. 25(12), 937-946.
- Collins, T., Blacks, T., Brown, L., Bulhack, P. (1990). Study of teratogenic Potential of FD&C Yellow No. 5 When Given by Gavage to Rats. Food Chem. Toxicol. 28(12), 821-827.
- Colorcon. (1990). Boletin informativo, Know Colorcons True Lake Colors, Colorcon. 32(5), 5-33.
- Diario Oficial de la Federación, (1988). Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de

Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial, Lunes 18 de Enero de 1988, 78-79.

- Downie, N. y Heath, R. (1973). Métodos Estadísticos Aplicados, Ed. Harla, México, pp. 119-121.

- Duxbury, D. (1990). Replacement Colors and Blends for Banned FD&C Red No. 3 Lake. Food Processing 5(2), 89-90.

- FAO/OMS. (1984). Aditivos Alimentarios, Codex Alimentarius, Vol.14, pp. 1-25.

- Food Protection Committe. (1965). Chemicals Used in Food Processing, National Academic of Sciences, U.S.A., pp. 49-50.

- Ford, G., Stevenson, B., y Evans, J. (1987). Long-Term Toxicity Study of Carmoisine in Rats Using Animals Exposed in Utero, Food Chem. Toxicol. 25(3), 919.

- Gaunt, I., Farmer, M., Grasso, P. y Gangoll, S. (1967). Acute (Mouse and Rat) and Short-Term (Rat) Toxicity Studies on Ponceau 4R, Fd Cosmet. Toxicol. 5(2), 187.

- Gautan, D. y Sinha, R. (1986). Interaction of Ponceau 4R with Cooper and Effect of Feeding Ponceau 4R on Iron Metabolism, Journal of Food Science and Technology, 23(2), 303.

- Gross, P., Lance, K., Whitlock, R., Blume, R. (1989). Additive Allergy: Allergic Gastroenteritis Due to Yellow Dye No. 6, Ann. Intern. Med. 11(1), 87-88.

- Hall, R. (1981). Flavor Research and Food Acceptance, Reinhold Publishing Co., U.S.A., 138-148.

- Hatchcock, N. (1981). Nutritional Toxicology, Academic Press, U.S.A., 418-500.

- Jennings, A., Schwarts, S., Baltyer, N., Gardner, D., Witorsch, R. (1990). Effects of Oral Erythrosine on the pituitary-Thyroid Axis in Rats, Toxicol. Appl. Pharmacol., 103(3), 549-556.

- Kirschman, J. (1981). Impact of Toxicology on Food Processing, Toxicity and Safety, Requirements of Colors, AVI Publishing Co. INC., U.S.A., 261-271.

- Klassen, C., Amdur, M. y Doull, J. (1986). Casaret and Doells Toxicology, Macmillan Publishing Co., U.S.A., 11-32 y 99-166.

- Lawrence, J., Lancaster, F. y Conacher, H. (1981). Separation and Detection of Synthetic Food Colors by Ion-Pair High-Performance Liquid Chromatography, *Journal of Chromatography*, 210(5), 168-173.
- Ley General de Salud (1993). Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, productos y Servicios, Ed. Porrúa, México, 285-286.
- Manahan, S., (1990). *Toxicological Chemistry*, Lewis Publishers, INC, U.S.A., 69-89.
- Marmion, D. (1979). *Handbook of U.S. Colorants for Foods, Drugs and Cosmetics*, Ed. John Wiley & Sons, INC, U.S.A., 417-420.
- OMS, (1985). *Global Environmental Monitoring System, Guidelines for the Study of Dietary Intakes of Chemical Contaminants*, WHO Offset Publication, Geneva, 51-63.
- OPS/OMS. (1980). *Criterios de Salud Ambiental 6, Principios y Métodos para Evaluar la Toxicidad de las Sustancias Químicas*, OPS/OMS, México, 246-278.
- Secretaría General de Desarrollo Urbano y Ecología (1985). *Áreas Verdes: La Ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal, Pinozuares No. 15, Col. Centro, D.F., México, 5-20.
- Sinha, R. y Gautan, D. (1986). II. Studies on the Effect of Ponceau 4R on Fe Retention in Rats and on Ponceau 4R-Iron Interaction, *Journal of Food Science and Technology* 23(2), 307.
- Stahl, E. (1969). *Thin-Layer Chromatography*, Ed. Springer-Verlag, Berlín, 189-210.
- Warner-Jenkinson Company, (1990). *Boletín Informativo*, Warner Jenkinson Company, Carretera Mexico-Toluca Km. 52.5, Lerma, Edo. de México, 55, p. 23.
- Weber, J. Muenzner, R. y Renner, H. (1989). Testing of Sunset Yellow and II for Genotoxicity in Different Laboratory Animal Species, *Environ. Mol. Mutagenesis*, 13(3), 271-276.

**ANEXOS**

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Anexo 1 .- Productos alimenticios sin registro detectados en escuelas primarias particulares y oficiales de la zona 3.

Escuelas encuestadas	Productos detectados*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subtotal
<b>Particulares</b>										
1.-"Abraham Lincoln", Misero No. 17, San José de los Cedros, Cuajimalpa.	X									1
2.-"Colegio Acoxta", Abrevadero No. 21, Villa Coapa, Iltalpan.					X					1
3.-"Agustin Aguilar y Fuentes", Pestalozzi No. 853, Narvarte, Benito Juarez.						X				1
4.-"Agustin Garcia Conde", Morelos No. 11, Iltalpan, Iltalpan.	X			X	X					3
5.-"Colegio Alamos", Toledo No. 134, Alamos, Benito Juarez.										0
6.-"Albert Einstein", Clz. del hueso No. 800, Ex-Hda de Coapa, Iltalpan.					X					1
7.-"Alexander Bain", Barranca de pilares No. 4, Ilacopac San Angel, Alvaro Obregón.	X					X				2
8.-"Colegio Alexander Bain", Cascada No. 320, Pedregal de San Angel, Alvaro Obregón.										0
9.-"Asoc. Fem. a favor del niño", Av. San Jeronimo No. 860, San Jeronimo Lidice, M. Contreras.										0
10.-"Instituto Asunción de México", Calz. Aguilas No. 219, Las Aguilas, Alvaro Obregón.	X				X					2
11.-"Colegio Atenea", Triguales No.25, Ex-Hda de Coapa, Iltalpan.						X				1
12.-"Colegio Avante", Adolfo Prieto No. 1810, Col. Del Valle, Benito Juarez.										0
Subtotal	4	0	0	0	4	4	0	0	0	
<b>Oficiales</b>										
1.-"Clara Moreno", Lousiana No. 156, Col. Nápoles, Benito Juarez.	X	X	X				X			4
2.-"Emerson", Gabriel Mancera No.1639, Col. Del Valle, Benito Juarez.	X	X	X							3
3.-"La Florida", Indiana No. 165, Col. Nápoles, Benito Juarez.	X	X	X	X	X		X			6
4.-"Hispanoamerica", Indiana No. 91, Col. Nápoles, Benito Juarez.		X			X					2



## Continuación del Anexo 1 ...

Escuelas encuestadas	Productos detectados *									Subtotal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20.-"Merici", Granjas No. 45, Col. Palo Alto, Cuajimalpa.					X	X				2
21.-"Lestonhac", Cafetales No. 140, Col. Ex-hacienda Coapa, Tlalpan.	X									1
22.-"Manuel Acuña", Constit. Héctor Victoria y Campanitas s/n, Col. Granjas Navidad, Cuajimalpa.	X									1
23.-"Valerio Irujano", Av. Juárez No. 22, Col. Chimalpa, Cuajimalpa.	X	X	X		X					4
24.-"Jose Luis Vieyra Gonzalez", Zarco No. 1, Cuajimalpa, Cuajimalpa.								X		1
25.-"Ramon Mantercia", Av. Juárez No. 8, Cuajimalpa, Cuajimalpa.	X				X	X				3
26.-"Jose Arturo Pichardo", Carretera México-Toluca km 21.5, Col. Contadero, Cuajimalpa.										0
27.-"Vicente Guerrero", Mina No. 5, Col. San Mateo Tlaltemango, Cuajimalpa.	X									1
28.-"General Santos Degollado", Leandro Valle No. 33, Col. San Lorenzo Acapulco, Cuajimalpa.	X				X			X		3
29.-"Maestro Justo Sierra", Carretera México-Toluca km 29.5, Col La Pila, Cuajimalpa.										0
30.-"Proceres de la Revolución", Calzada de los Itzáes s/n, Col. Unidad Independencia, M. Contreras.	X									1
31.-"Instituto Tlalpan", Industria No.6, Col. Toriello Guerra, Tlalpan.	X	X			X					3
32.-"Somalia", El Fortín y Andador 9, Manzana 3, Villa Coapa, Tlalpan.				X	X			X		3
33.-"Arabia Saudita", Av. Silos s/n, Supermanzana 1, Col. Villa Coapa, Tlalpan.	X						X			2
34.-"Niger", Av. El Torreón s/n Manzana 7, Villa Coapa, Tlalpan.	X	X		X	X					4

Continuación del Anexo 1 ...

Escuelas encuestadas	Productos detectados *									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Subtotal
35.-"Ucrania", Av. Acozpa s/n, Manzana 6, Villa Cospa, Ilalpan.			X							1
36.-"Martín de la Cruz", Av. de la Carreta No. 1, Supermanzana 2, Villa Cospa, Ilalpan.		X								1
37.-"Mauritania", Santa Cruz s/n, San Miguel Topilejo, Ilalpan.	X			X		X				3
38.-"Río Panuco", Puente Piedra s/n, Cel. Joriello Guerra, Ilalpan.	X							X		2
39.-"Jose Azueta", Parque Nacional Fuentes Brotantes s/n, Ilalpan.	X			X						2
Subtotal	29	12	10	13	13	8		1	3	8

\*Los productos detectados son:

- 1 - "Congeladas" en tubo de plástico.
- 2 - "Congeladas" en bolsa.
- 3 - "Raspados".
- 4 - Nieves.
- 5 - Paletas de hielo.
- 6 - Garapiñados.
- 7 - Manzanas cubiertas de caramelo rojo.
- 8 - Gelatinas.
- 9 - Otros.

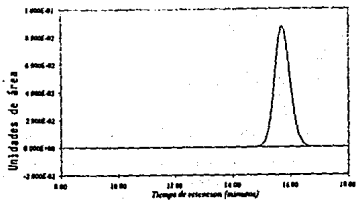


ANEXO 2

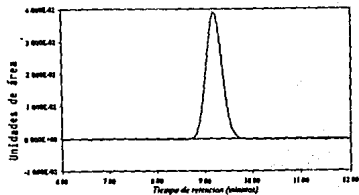
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Estandar del AMyC Rojo 2



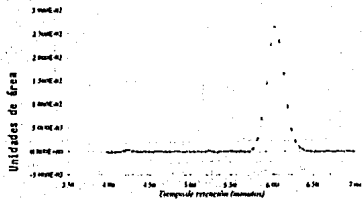
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Estandar AMyC Rojo 5



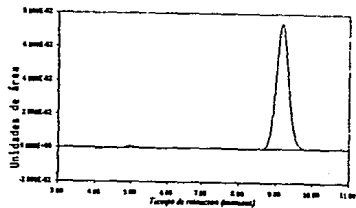
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Estandar AMyC Rojo 6



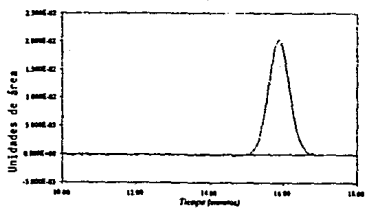
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Congeladas rojo (Norte I)



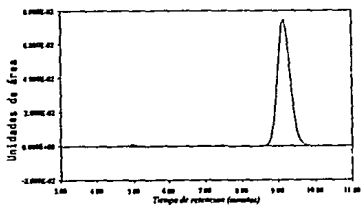
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Congeladas rojo (Norte 2)



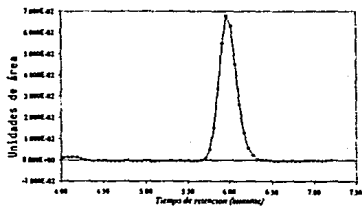
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Congeladas rojo (Oeste 1)



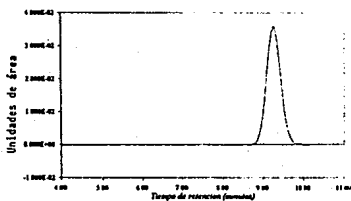
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra de Rajo Fresca (Compañía A)



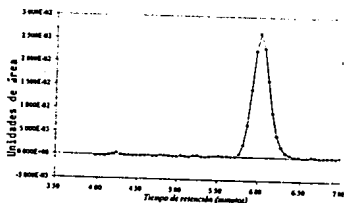
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra de Rajo Fresca (Compañía B)



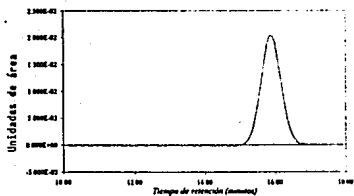
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra Rojo Fresa (Compañía C)



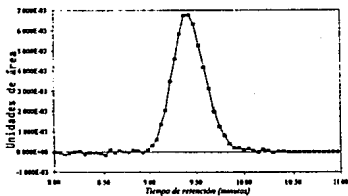
Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra de Rojo Uva (Compañía A)



Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra Rojo Grosella (Compañía A)



Cromatograma a 500 nm (HPLC)  
Muestra Rojo Grosella (Compañía B)





ANEXO 3

DIRECCION GENERAL DE CONTROL  
SANITARIO DE BIENES Y SERVICIOS  
DIRECCION DE DICTAMINACION Y  
FOMENTO SANITARIO  
SUBDIRECCION DE DICTAMINACION  
DGCSBS/DDFS/401/ 0233 94  
DONCELES 39,06010,MEXICO,D.F.

**ASUNTO :** Se envía respuesta.

México, D.F., a ENE 24 1994

Q. NORMA ANGELICA VARGAS QUEZADA  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA  
FACULTAD DE QUIMICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

En relación al escrito con número de entrada 94 00169, mediante el cual se consulta sobre el empleo de colorantes en productos alimenticios, le comunico lo siguiente:

En el Título Noveno "Aditivos para Alimentos", artículo 693, del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, aparece la lista de colorantes orgánico sintéticos o artificiales que se acepten para ser empleados en los alimentos, este documento se encuentra vigente desde el 18 de enero de 1988 fecha en que fué publicado en el Diario Oficial de la Federación. Con referencia a los colorantes Rojo No. 5 y No. 6 aún no se encuentran comprendidos en el ordenamiento antes citado, sin embargo, se está proponiendo su inclusión en la nueva versión revisada, la que tendrá validez oficial hasta que sea publicada en el Diario Oficial de la Federación. Le adjunto copia fotostática del Reglamento en los artículos en que se encuentran los colorantes alimentarios.

~~ALTERNAMENTE~~  
~~SUFRAGIO EFECTIVO NO REELECCION~~  
~~EL DIRECTOR GENERAL~~

*[Handwritten Signature]*  
DR. JOSE MELIEM MOCTEZUMA

JMM/AP/MAT/bda.



SECRETARIA  
DE SALUD

ANEXO 4

DIRECCION GENERAL DE CONTROL SANI-  
TARIO DE BIENES Y SERVICIOS.  
DIRECCION DE DICTAMINACION Y  
FOMENTO SANITARIO.  
SUBDIRECCION DE DICTAMINACION.  
DGCSBS/DDFS/4010528/94

ASUNTO: Se envia información.

México, D.F., FEB 16 1994

Q.NORMA ANGELICA VARGAS QUEZADA  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y  
BIOTECNOLOGIA,  
FACULTAD DE QUIMICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO.  
P r e s e n t e .

Con relación al escrito con número de entrada 94 00438, en el que solicita información sobre los colorantes AM y C AMARILLO NO. 6 - y AM y C ROJO NO. 2 (AMARANTO) y su empleo en alimentos en México, le comunico que el artículo 693 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, que es el que contempla los colorantes orgánicos sintéticos o colorantes artificiales que se permiten para ser empleados en alimentos, no incluye a los dos mencionados por lo que en México no deben utilizarse. Le anexo copia fotostática del artículo 693 del Reglamento antes mencionado.

A T E N T A M E N T E  
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.  
EL DIRECTOR GENERAL.

  
DR. JOSE MELJEN MOCTEZUMA.

JMM:ADP MEF'lgz.- 94 0438  
11 02494

**ANEXO 5**

**Nombres de las Compañías fabricantes de materias primas colorantes muestreadas**

**Compañía A** = Deiman, S.A. de C.V., Acatl 320, México 02760, D.F.

**Compañía B** = Aurolo, Jose Luis Amezcua de los Monteros, 28 Norte No. 1209-"C", Puebla, Puebla.

**Compañía C** = Medina, Sabores y Colorantes, S.A. de C.V., Frias No. 503 y Juan Alvarez, Guadalajara, Jalisco.

### Anexo 6

Picos de máxima absorbancia de los espectros visibles (350-750 nm) para los estándares de colorantes provenientes de la FDA.

Estándar	Disolvente	Picos de máxima absorbancia (nm)					
		pH 7		pH 2		pH 12	
AMyC Rojo 2	Isopropanol al 13 %	520		520		510	
AMyC Rojo 2	Metanol al 25 %	520		520		510	
AMyC Amarillo 5	Isopropanol al 2.5 %	427		432		402	
AMyC Amarillo 6	Isopropanol al 20 %	484		484		450	
AMyC Azul 1	Isopropanol al 20 %	long 1 630	long 2 410	long 1 630	long 2 410	long 1 630	long 2 410
AMyC Azul 1	Metanol al 40 %	long 1 630	long 2 410	long 1 630	long 2 410	long 1 630	long 2 410
AMyC Rojo 3	Isopropanol al 50 %	541		449		541	
AMyC Rojo 6	Isopropanol al 13 %	508		508		430	
AMyC Rojo 5	Isopropanol al 13 %	515		515		505	

### Anexo 7

Número de vendedores presentes en las secciones de los parques muestreados, durante el mes de Julio de 1991 (fines de semana).

Parque	Sección	Producto	Presentación	Número de vendedores presentes
Chapultepec	1a.	"algodones"	rosa	6
	1a.	"algodones"	azul	6
	1a.	"aguas frescas"	rojo	2
	1a.	"aguas frescas"	verde	2
	1a.	"raspados"	rojo	1
	1a.	"raspados"	verde	1
	1a.	"congeladas"	amarillo	1
	1a.	"garapiñados"	rojo	1
	2a.	"algodones "	rosa	2
	2a.	"algodones "	azul	2
	3a.	"algodones"	rosa	2
	3a.	"algodones"	azul	2
Aragon	Zoologico	"raspados"	rosa	10
	Zoologico	"raspados"	verde	16
	Zoologico	"raspados"	morado	12
	Zoologico	"raspados"	rojo	12
	Zoologico	"algodones"	rosa	1
	Zoologico	"congeladas"	amarillo	1
	Zoologico	"garapiñados"	rojo	1
Desierto de los Leones	V. Monjas	"obleas"	verde	6
	V. Monjas	"obleas"	azul	6
	V. Monjas	"obleas"	naranja	6
	V. Monjas	"obleas"	rosa	6
	V. Monjas	"jamoncillo"	natural	3
	V. Monjas	"garapiñados"	natural	2
	V. Monjas	"dulces de leche"	natural	2
	V. Monjas	"frutas en dulce"	natural	2



### Anexo 8

Ecuaciones de regresión de las curvas de calibración de los estándares.

Colorante	Disolvente	Ecuación de regresión
AMyC Rojo 2	Isopropanol al 13 %	$A = -0.0152 + 364.75 (\text{Conc.})$
AMyC Rojo 2	Metanol al 25 %	$A = -0.0014 + 368.27 (\text{Conc.})$
AMyC Amarillo 5	Isopropanol al 2.5 %	$A = 0.0135 + 418.59 (\text{Conc.})$
AMyC Amarillo 5	Isopropanol al 20 %	$A = 0.0061 + 470.32 (\text{Conc.})$
AMyC Azul 1	Isopropanol al 20 %	$A = 0.0023 + 992.18 (\text{Conc.})$
AMyC Azul 1	Metanol al 40 %	$A = 0.0033 + 993.13 (\text{Conc.})$
AMyC Rojo 3	Isopropanol al 50 %	$A = -2 \times 10^{-4} + 531.00 (\text{Conc.})$
AMyC Rojo 6	Isopropanol al 13 %	$A = 0.009 + 31.68 (\text{Conc.})$

donde:

A es la absorbancia.

Conc. es la concentración del colorante.

### Anexo 9

Valores teóricos y calculados de los coeficientes de extinción ( E ) para cada estándar.

Colorante	$\epsilon$ teórico*	Solvente	Pendientes** ( $m$ )	Long. de onda.
ANyC Rojo 2	365	Isopropanol al 13 %	364.75	520
ANyC Rojo 2 <sup>o</sup>	365	Metanol al 25 %	368.27	520
ANyC Amarillo 5	417	Isopropanol al 2.5 %	418.59	427
ANyC Amarillo 6	469	Isopropanol al 20 %	470.32	484
ANyC Azul 1	991	Isopropanol al 20 %	992.18	630
ANyC Azul 1	991	Metanol al 40 %	993.15	630
ANyC Rojo 3	531	Isopropanol al 50 %	531.00	541
ANyC Rojo 6	31	Isopropanol al 13 %	31.68	508

\*Kawson, 1979.

\*\*Valores obtenidos de las ecuaciones de regresión de las curvas de calibración de los estándares.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Sinónimos de algunos colorantes sintéticos alimentarios.....	9
Cuadro 2.- Cuestionario aplicado en la encuesta a escuelas primarias.....	16
Cuadro 3.- Número de muestras para una identificación previa y presencia de uso de colorantes sintéticos en escuelas primarias de cinco zonas del Distrito Federal (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro).....	18
Cuadro 4.- Número de muestras para una identificación de colorantes sintéticos en algunos productos expendidos en tres parques de importancia en el Distrito Federal .....	20
Cuadro 5.- Estimaciones del porciento de recuperación de los colorantes en las muestras.....	26
Cuadro 6.- Porcentajes de escuelas primarias particulares y oficiales que comercializaban los diversos productos sin registro en sus diferentes presentaciones al momento de la encuesta de Mayo-Junio de 1991 en la zona Oeste del Distrito Federal.....	33
Cuadro 7.- Niveles de colorantes en las muestras de "congeladas", "raspados" y "algodones".....	38
Cuadro 8.- Picos de máxima absorbancia de los colorantes contenidos en las materias primas para dar colores morado y rojo, comercializadas por R.T. Distribuidores S.A. de C.V. en el mercado La Merced del Distrito Federal.....	40
Cuadro 9.- Comparación de los valores de Relación Frontal (RF) de los colorantes contenidos en las muestras de materias primas con los estándares.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Estructura química del AMyC Rojo 2 .....	10
Figura 2.- Estructura química del AMyC Rojo 6.....	10
Figura 3.- Estructura química del AMyC Rojo 3.....	11
Figura 4.- Estructura química del AMyC Azul 1 .....	11
Figura 5.- Estructura química del AMyC Amarillo 5 .....	12
Figura 6.- Estructura química del AMyC Amarillo 6 .....	12
Figura 7.- Diagrama del procedimiento de separación de los colorantes extraídos con los cartuchos Sep-pack C18.....	23
Figura 8.- Incidencia de productos alimenticios sin registro ante la Secretaría de Salud, en 51 escuelas primarias del Distrito Federal.....	32