

22 300627

24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE ALGUNAS DE
LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS CO-
LORANTES PONCEAU 4R (ROJO 6) Y CARMOISINE
(ROJO 5) AM Y C. PARA SU USO EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A N :

PATRICIA HELEN RODRIGUEZ HARRINGTON
IRMA AURORA VALDES VIGNAU



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.

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 Motivación, objetivo y generalidades	pág. 1
1.2 Presentación de los colorantes en el mercado	pág. 6
1.3 Aceptación de los diferentes colorantes en diversos países	pág. 7
1.4 Aplicaciones	pág. 7
1.5 Problemas que se presentan en el uso de los colorantes	pág. 9

CAPITULO II. PARTICULARIDADES SOBRE LOS COLORANTES ROJO 5 Y ROJO 6

2.1 Problemas que se presentan en el uso de los colorantes Rojo 5 y Rojo 6	pág. 12
2.1.1. Estudio de la alimentación de carmoisina a ratas durante un año	pág. 12
2.1.2. Estudios de toxicidad aguda en ratas y ratones y toxicidad durante periodos cortos en ratas, con carmoisina	pág. 13
2.1.3. Estudio de la toxicidad de la carmoisina en el cerdo miniatura en un periodo corto	pág. 13
2.1.4. Estudio de toxicidad en ratas en un periodo corto con Ponceau 4R	pág. 14
2.1.5. Estudio de los efectos del colorante Rojo 6 sobre cardos en un periodo corto	pág. 15
2.1.6. Estudio de toxicidad del Rojo 6 sobre ratas en un periodo largo	pág. 15
2.2 Síntesis de los colorantes Rojo 5 y Rojo 6	pág. 19

2.2.1. Reactivos necesarios para la síntesis de Rojo 5 y Rojo 6	pág. 19
2.2.2. Diagramas de Flujo	pág. 20
2.2.3. Reacciones	
Reacciones generales	pág. 22
Reacciones de diazoación y copulación	pág. 24
2.2.4. Control de Calidad	pág. 26

CAPITULO III. EXPERIMENTACION

3.1. Enumeración de las pruebas a efectuarse sobre los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6	pág. 31
3.2. Materiales, reactivos e instrumentos empleados	pág. 34
3.3. Ley de Beer y limitaciones a su aplicabilidad	pág. 40
3.4. Descripción de los experimentos	pág. 45
3.5. Testigos y fluctuaciones consideradas	pág. 46
3.6. Resultados	pág. 48

CAPITULO IV. DISCUSION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Selección de las condiciones experimentales	pág. 54
4.2. Análisis de los resultados	pág. 65

CAPITULO V. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones relativas al efecto de diferentes medios y agentes sobre el colorante Rojo no. 5	pág. 84
--	---------

5.2. Conclusiones relativas al efecto de
diferentes medios y agentes sobre el
colorante Rojo no. 6

pág. 85

Bibliografía

pág. 89

INDICE DE TABLAS

IA)	Estabilidad del R5 ante diferentes va- lores de pH	pág. 48
IB)	Estabilidad del R6 ante diferentes va- lores de pH	pág. 49
II)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de ácido cítrico	pág. 50
III)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de ácido acético	pág. 51
IV)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de ácido ascórbico	pág. 52
V)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de Benzoato de sodio	pág. 53
VI)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de Metabisulfito de - sodio	pág. 54
VII)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de Hipoclorito de so- dio	pág. 55
VIII)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de glucosa, sacarosa y glucosa con ácido cítrico	pág. 56
IX)	Estabilidad del R5 y R6 a la exposi- ción a la luz solar	pág. 57
X)	Estabilidad del R5 y R6 a la exposi- ción a 50-60°C	pág. 57
XI)	Estabilidad del R5 y R6 ante Cloruro férico (10 ppm)	pág. 58
XII)	Estabilidad del R5 y R6 ante varias - concentraciones de Cloruro de Calcio	pág. 59
XIII)	Solubilidad del R5 a diferentes tempe- raturas en agua	pág. 60
XIV)	Solubilidad del R5 a diferentes tempe- raturas en alcohol	pág. 60

XV)	Solubilidad del R5 a diferentes <u>tempe</u> raturas en glicerina	pág. 61
XVI)	Solubilidad del R5 a diferentes <u>tempe</u> raturas en propilen glicol	pág. 61
XVII)	Solubilidad del R6 a diferentes <u>tempe</u> raturas en agua	pág. 62
XVIII)	Solubilidad del R6 a diferentes <u>tempe</u> raturas en alcohol	pág. 62
XIX)	Solubilidad del R6 a diferentes <u>tempe</u> raturas en glicerina	pág. 63
XX)	Solubilidad del R6 a diferentes <u>tempe</u> raturas en propilen glicol	pág. 63
XXI)	Tabla de evaluación de los efectos - producidos por diferentes medios y a- gentes sobre los colorantes Rojo No.5 y Rojo No.3	pág. 88

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 699.- Espectro de absorción ultravioleta de R5 con ácido ascórbico	pág. 72
Gráfica 697.- Espectro de absorción ultravioleta de R6 con ácido ascórbico	pág. 73
Gráfica 691.- Espectro de absorción visible de R6 con ácido ascórbico	pág. 74
Gráfica 692.- Espectro de absorción visible de R5 con ácido ascórbico	pág. 75
Gráfica 811.- Espectro de absorción ultravioleta de R6 con Cloruro Férrico	pág. 76
Gráfica 812.- Espectro de absorción ultravioleta de R5 con Cloruro Férrico	pág. 77
Gráfica 813.- Espectro de absorción visible de R6 con Cloruro Férrico	pág. 78
Gráfica 814.- Espectro de absorción visible de R5 con Cloruro Férrico	pág. 79
Gráfica 2579.- Espectro de absorción infrarrojo de R6	pág. 80
Gráfica 2609.- Espectro de absorción infrarrojo de R5	pág. 82

INDICE DE CUADROS

- | | |
|---|---------|
| I) Estudio de la alimentacion con carmoicina a ratas durante un año | pág. 16 |
| II) Estudios de toxicidad aguda en rata y ratones y toxicidad durante periodos cortos en ratas con carmoicina | pág. 16 |
| III) Estudio de la toxicidad de la carmoicina en el cerdo miniatura en un periodo corto | pág. 17 |
| IV) Estudio de la toxicidad de ponceau 4R en ratas durante un periodo corto | pág. 17 |
| V) Estudio de los efectos de ponceau 4R sobre cardos en un periodo corto (10 días) | pág. 18 |
| VI) Estudio de los efectos de ponceau 4R sobre la rata en un periodo largo | pág. 18 |

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 MOTIVACION, OBJETIVO Y GENERALIDADES

Existe una gran variedad y cantidad de colorantes, ya que al cambiar un solo grupo químico de una estructura dada, puede cambiar el color en tono o intensidad. Los colorantes se clasifican en base a sus características de toxicidad y de dosis inocuas y algunos de ellos son descartados para el uso alimenticio.

Los colorantes de que se ocupa este estudio son Ponceau 4R (Rojo no. 6) y Carmoisine (Rojo no. 5) y ninguno de estos colorantes es certificado, sin embargo su uso no está prohibido en México.

El objetivo de este estudio es realizar sobre los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6 los estudios físico-químicos que se efectúan regularmente en los colorantes certificados, así como ordenar y analizar los resultados obtenidos de forma que sean de utilidad a quien trabaje con estos colorantes.

Este estudio se llevará a cabo mediante la observación de los colorantes al someterlos a diversas condiciones de acidez, alcalinidad, contacto con sustancias conservadoras, salinas y reductoras. También se observará el comportamiento ante diversos factores ambientales (iluminación y temperatura).

En lo que respecta al aspecto de toxicidad de los colorantes, se efectuará una investigación bibliográfica, ya que no contamos con los recursos necesarios para hacer estos experimentos personalmente, y además consideramos que estos estudios conciernen a profesionistas especializados

en ese campo.

Cabe aclarar que algunos colorantes reciben diferentes nombres comerciales según el fabricante, el vendedor o el lugar geográfico, por lo que para evitar posibles confusiones con las sustancias objeto de este estudio haremos mención de los diferentes nombres que tienen.

En el Color Index los colorantes están registrados con un nombre comercial, nombre genérico y número constitucional. El Rojo no. 5 aparece como "Carmoisine, C.I. Food Red 3, 1470" y el Rojo no. 6 como "Porceau 4R, C.I. Food Red 7, 16255".

En el Index Merck aparece únicamente el Rojo no. 6, y está registrado como "C.I. Food R6; sal disódica del ácido 3-hidroxi-4-((2,4,5-trimetilfenil)azo)-2,7-naftalén disulfónico.

En la Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos no se encuentran Rojo 5 ni Rojo 6 A.M. y C. Este hecho refuerza la idea causística para la elaboración de esta tesis.

Los colorantes Rojo 5 y Rojo 6 también tienen otros nombres genéricos, Rojo ácido 14 y Rojo ácido 19 respectivamente, cuando su uso no es en alimentos, sino para teñir o colorear otros artículos. Desde luego que en este caso no tienen que cumplir las condiciones sanitarias de vehículo o excipiente o de contenidos metálicos o sustancias tóxicas.

En este estudio solamente se trabajará con colorantes grado alimenticio, que son los que corresponden a la denominación inglesa del Color Index.

Según la Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos, un colorante o aditivo de color es un compuesto orgánico o inorgánico, pigmento u otra sustancia colorida o mezcla de dos o más de ellas que se aplican o mezclan a

los alimentos, medicamentos o cosméticos o al cuerpo humano, solas o mediante reacción con otras sustancias, para impartir color.

Los colorantes se obtienen por un proceso de síntesis, extracción, separación o en alguna forma, con o sin cambios intermedios o finales de identidad. Su origen puede ser vegetal, animal o mineral.

Los ingredientes alimenticios tales como cerezas, pimiento, chocolate y jugo de naranja, que imparten su color a los alimentos no son considerados como aditivos de color pero cuando alguno se usa en forma deliberada para impartir color, sí se cataloga como aditivo de color.

De igual manera se consideran aditivos de color las sustancias administradas a algunos animales para, por medio de procesos biológicos, tener o impartir determinado color a la carne, leche, huevos, etc.

Las sustancias utilizadas para colorear el cuerpo humano también se consideran aditivos de color.

Los colorantes usados para colorear alimentos, medicamentos y cosméticos se dividen en tres grupos:

- 1) Materias colorantes orgánicas sintéticas
- 2) Materias colorantes naturales, que pueden ser de origen vegetal o animal
- 3) Colorantes inorgánicos que pueden ser de origen sintético o mineral.

La Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica ha seleccionado un grupo de colorantes que, en estado puro y debidamente certificados, pueden ser usados para colorear los alimentos, los medicamentos y los cosméticos vendidos en el país.

Los colorantes orgánicos sintéticos son los más usados. Estos compuestos químicos se conocen con el nombre de "colores certificados". Frecuentemente son derivados del

alquitrán de hulla y pertenecen a las clases de colorantes azoicos, nitrosados, nitrados, de pirazolona, indigoídes, de xanteno, antraquinona, pireno, fluorano, quinolina, tiazina y trifenilmetano. Hasta donde se sabe, estos colorantes son inofensivos cuando se usan en las cantidades prescritas y en la forma acostumbrada.

La aprobación de la ley Federal de los Estados Unidos sobre alimentos y medicamentos, en junio de 1906, puso al empleo de las materias colorantes en los alimentos bajo la inspección del gobierno. Antes, se disponía de "colores inofensivos" y se usaban de una manera general, pero la publicidad incrementó el uso indiscriminado de productos de origen dudoso, lo cual dió como resultado que ocurrieran muchos casos de envenenamiento con artículos de dulcería, coloreados con sustancias tóxicas, lo cual motivó la legislación gubernamental en los Estados Unidos, sin embargo en México hasta la fecha únicamente se cuenta con legislaciones parciales. (25)

COLORES CERTIFICADOS

El uso de los colores derivados del alquitrán de hulla en los productos alimenticios fué legalizado por una ley del Congreso de los Estados Unidos, el 2 de agosto de 1886, que autorizaba la adición de materia colorante a la mantequilla. A ésta siguió una segunda ley, del 6 de junio de 1896, cuando el Congreso reconoció la materia colorante como un componente legítimo del queso.

El 13 de julio de 1907 la Disposición no. 76 de la Inspección de Alimentos estableció los colores certificados y de esta manera puso fin al uso indiscriminado de materias colorantes impuras y no permisibles en los alimentos. Los colores permitidos fueron los siguientes: tonos rojos: amaranto, Ponceau 3R, eritrosina; tono anaranjado:

anaranjado I; tono amarillo: amarillo de naftol S; tono verde: verde claro SF amarillento; tono azul: ácido índigo-disulfónico.

El 25 de junio de 1928 el Congreso Norteamericano aprobó una nueva ley sobre Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, que entró en vigor el 19 de enero de 1940. Con arreglo a esta ley existen tres grupos de colores. La lista de colores para productos alimenticios, llamados actualmente colores FD&C (AM y C); la segunda lista, la de los colores D&C (M y C), certificados para usarlos en medicamentos y cosméticos, pero no en alimentos, comprende materias colorantes que son inocuas en contacto con las membranas mucosas y por ingestión no continuada; la tercera lista, la de los colores para uso externo, comprende sustancias que por su toxicidad al ingerirse no se certifican para usarlos en productos que se ingieren. Se certifican únicamente para productos que se aplican exteriormente (en la piel, no en las mucosas). (25)

ESPECIFICACIONES GENERALES

COLORES FD&C:

- Plomo como Pb no más de 0.001%
 - Arsénico (como As_2O_3) no más de 0.002%
 - Metales pesados (excepto Pb y As)
(por precipitación en forma de sulfuro) no más de 0.003%
- (25)

En la Publicación "Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists", A.O.A.C., se dan muchos métodos para el análisis de los colores certificados usados en alimentos, medicamentos y cosméticos.

En cuanto a la Última Farmacopea de los Estados Uni-

dos Mexicanos (cuarta edición, 1974), se dedican treinta páginas (de la 46 a la 75) al estudio de los colorantes o aditivos de color, indicando las particularidades, especificaciones y restricciones para diversos colorantes, mencionando algunas listas provisionales en las que indica el nombre del colorante, su clasificación, su(s) nombre(s) co munes y las restricciones para su uso.

En la Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos se hace mención de una lista de los colorantes permi tidos y sus características de calidad, aclarando que esta lista no es exclusiva, porque diversos colorantes normalmente usados no se incluyen en esta lista, entre ellos los que ocupa este estudio. Al estudiar estas listas no se encuentra ninguna referencia relativa a los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6, mismos que se utilizan con regularidad en el mercado nacional de México. (12)

1.2 PRESENTACION DE LOS COLORANTES EN EL MERCADO

Los colorantes se producen en diversas formas; las más importantes son:

- Polvo
- Líquido
- Gránulos
- Mezclas que desarrollan color
- Mezclas no destallantes
- Pasta y dispersiones

Cada una de estas presentaciones satisface necesidades específicas, y tiene sus propias ventajas y desventajas.

Cabe mencionar que en el desarrollo de este experimen to se trabajó con los colorantes Rojo 5 y Rojo 6 en forma líquida.

1.3 ACEPTACION DE LOS DIFERENTES COLORANTES EN DIVERSOS PAISES

Las regulaciones gubernamentales han reducido gradualmente el número de colorantes sintéticos permitidos en alimentos. Actualmente existe una situación caótica en la cual algunos países permiten el uso de ciertos colorantes y no existe un mismo criterio. La directiva de la Comunidad Económica Europea ha dado nuevas regulaciones que se han publicado tanto en Gran Bretaña como en otros países. No está permitido el uso de ningún colorante que no esté en la lista aprobada por dichas regulaciones.

Pasando al caso particular de los colorantes Carmoisina y Ponceau 4R, se mencionan los países que permiten el uso de éstos:

Carmoisina o Rojo no. 5: Australia, Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Holanda, India, Israel, Italia, México, España, Suiza, Tailandia y Gran Bretaña.

Ponceau 4R o Rojo no. 6: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Holanda, India, Israel, Italia, México, Japón, Noruega, Polonia, España, Suecia, Suiza, Taiwan, Tailandia y Gran Bretaña.

Se anexa un documento expedido por la Secretaría de Salubridad y Asistencia autorizando el empleo de Rojo no. 5 y Rojo no. 6 en México.

1.4 APLICACIONES

Las aplicaciones más comunes de los colorantes son:

- Bebidas (refrescos y aguas dulces).
- Mezclas en polvo
- Productos horneados



SECRETARIA
DE
SALUBRIDAD Y ASISTENCIA

CG-1

DEPENDENCIA:	DIRECCION GENERAL DE CONTROL DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y MEDICAMENTOS
SECCION:	DIRECCION DE CONTROL DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
NUMERO DEL OFICIO:	1031-243.11/3204
EXFONTE:	1031-243.11/3204
Lugar y fecha:	México, D.F.

ASUNTO:

Se autoriza lo que se indica.

México, D. F., a 26 de Septiembre de 1981.

WARRER JLNKINSON, S.A. DE C.V.
Hacienda La Gavia No. 35,
Echegaray, Edo. de México.

DIRECTO

At'n. C. Bartolo Rodríguez Erdmann,
Presidente.

Su escrito del 27 de abril, recibido en Oficialía de Partes el 12 de mayo de 1981.

En contestación a su escrito de referencia les manifestamos que revisada la literatura técnica de la situación que a nivel mundial tiene el uso del Color Rojo No. 5 (Carmoisina) en alimentos y el Rojo - No. 6 (Fonceau R), se autoriza su empleo en México hasta en tanto -- los avances de la ciencia permitan definir con mayor precisión su -- toxicidad asociada a la concentración de uso.

Actualmente el límite máximo permisible de concentración en alimentos es de 300 ppa. lo que harán figurar en las etiquetas.

ATENTAMENTE,
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.
EL DIRECTOR GENERAL.

Mauricio García Sainz
DR. MAURICIO GARCIA SAINZ.

c.c.p. la Dirección de Control de Alimentos y Bebidas.-DIRECTO.
MGS*el.-54799/26-VIII/

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
CALLE GOVERNADOR ENRIQUE GONZALEZ
MEXICO D.F. 06702

- Productos confitados
- Alimentos para animales
- Tabletas farmacéuticas
- Lácteos, embutidos y nueces.

Algunos de los usos de los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6 son:

- Dulces y confituras
- Gelatinas y pudines
- Nieves
- Mermeladas y conservas
- Pasteles, pastas y repostería
- Refrescos y bebidas sin alcohol
- Salsas
- Frutas, verduras y sopas enlatadas

1.5 PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL USO DE LOS COLORANTES (4)

PROBLEMA	CAUSA
Precipitación de solución colorida o alimento líquido coloreado.	1) Sobrepasar el límite de solubilidad. 2) Solvente insuficiente. 3) Reacción química. 4) Bajas temperaturas, especialmente para soluciones de colorante concentradas. 5) pH.
Efectos opacos y turbios en lugar de tonos brillantes y agradables.	1) Exceso de colorante. 2) Exposición a altas temperaturas. 3) Tipo de base.
Decoloración debido a la luz.	1) Productos coloreados no protegidos del sol.

PROBLEMA.	CAUSA
<p>Partículas y manchas en la coloración de productos horneados y en confitados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Colorante no totalmente disuelto. 2) Empleo de colorante líquido con sedimento. 3) Intento de dispersión en una solución colorante acuosa en productos con exceso de grasa.
<p>Decoloración debida a metales.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Las soluciones de colorantes que tuvieron contacto con ciertos metales (zinc, estaño, aluminio, etc.) durante la disolución, algún proceso o almacenado.
<p>Decoloración debida a microorganismos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dispositivos para preparar los colorantes contaminados o no desinfectados contra <u>microorganismos reductores.</u>
<p>Decoloración debida al calor.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Temperatura de proceso demasiado alta.
<p>Decoloración debida a agentes oxidantes y reductores.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Colorante en contacto con oxidantes tales como ozono, hipocloritos o reductores como dióxido de azufre o ácido ascórbico.
<p>Decoloración debida a ácidos o álcalis fuertes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Presencia de sustancias químicas fuertes durante la coloración de ciertos alimentos.
<p>Decoloración debida a destilaciones con materia proteica.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) El colorante es inestable bajo estas condiciones.

PROBLEMA

Vida de anaquel muy breve en bebidas gaseificadas en lata que se han coloreado.

CAUSA

1) Uso excesivo de colorante tipo azo.

Otro problema que se presenta con los colorantes es el de su toxicidad. En la última década son pocos los colorantes de alimentos que se han introducido al mercado y no se ha desarrollado tecnología nueva. Sin embargo, se están investigando colorantes diseñados para eliminar la preocupación del consumidor sobre la seguridad de éstos.

Como resultado de una publicidad poco favorable muchos consumidores temen a los colorantes. Aunque este temor puede ser no justificado, es un hecho y debe tratarse con responsabilidad. No es suficiente el argüir que los ataques a los colorantes de alimentos carecen de crédito científico y que se han hecho por motivos políticos. Aunque esto pueda ser cierto, se requiere de una respuesta más positiva.

Se están efectuando pruebas sobre una nueva línea de colorantes que no son absorbidos. En otras palabras, estos nuevos colorantes se han diseñado a manera de que al ser ingeridos no atraviesen la pared intestinal, y no son absorbidos por el cuerpo sino que permanecen en el tracto intestinal, siendo excretados por las heces fecales. Obviamente estos colorantes al no estar en contacto con los órganos internos no pueden causar daño alguno. Así, hay una razón científica que apoya la seguridad de estos colorantes. (4)

CAPITULO II

PARTICULARIDADES SOBRE LOS COLORANTES ROJO 5 Y ROJO 6

2.1 PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL USO DE LOS COLORANTES ROJO 5 Y ROJO 6

Durante los últimos cien años se han desarrollado muchos colorantes sintéticos para alimentos. Algunos de éstos se cree que pueden ser tóxicos, ya que aún en pequeñas cantidades pueden producir cáncer si se consumen por periodos muy largos. (28)

Dichas sustancias productoras de cáncer se llaman carcerígenas, y es muy importante eliminarlas de la dieta. De bido-a ésto, existe la opinión de que no debe permitirse la adición de colorantes sintéticos a los alimentos, ya que los beneficios que se obtienen con su uso no compensan el riesgo de la salud.

En búsqueda de la aclaración de este problema, se han realizado estudios en diversas instituciones. A continuación se exponen algunos extractos de estos trabajos.

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LOS COLORANTES ROJO 5 Y ROJO 6 EN DIFERENTES ANIMALES

2.1.1. ESTUDIO DE LA ALIMENTACION DE CARMOISINA A RATAS DURANTE UN AÑO

En este experimento se suministró el colorante Rojo 5 incluido en la dieta de las ratas durante un periodo de 52 semanas. El colorante se agregó en concentraciones de 0.35 %, 0.8% y 2.0% sobre la alimentación de las ratas.

Al compararse estas ratas con un control, no se obser

varon efectos adversos: la mortalidad, el aumento de peso, los valores hematológicos y los pesos relativos de los órganos eran iguales en los animales en tratamiento.

Los machos que tuvieron suministro de un 2% presentaron un incremento en la incidencia de bronquitis e inflamación de la tráquea. Debido a esto se estableció que el nivel de ingestión no tóxica después de un año es de 0.8%, e equivalente a 400 mg/kg diariamente. (19)

2.1.2. ESTUDIOS DE TOXICIDAD AGUDA EN RATAS Y RATONES Y TOXICIDAD DURANTE PERIODOS CORTOS EN RATAS, CON CARMOISINA

Se agregó carmoisina en la dieta de un grupo de ratas, en las siguientes concentraciones: 0.0% (control), 0.05%, 0.10%, 0.50% y 1.0%. El experimento tuvo una duración de 90 días, al cabo de los cuales no se observaron efectos adversos en la salud en general, el crecimiento y el consumo de alimento.

Asimismo, no se presentaron anomalías en los estudios hematológicos y en las pruebas de funcionamiento de hígado y riñones. Unicamente con carmoisina al 1.0% se vió que el peso de los riñones de las hembras aumentaba. Los tipos de cambios histológicos eran comparables en los animales control y los animales alimentados con las diferentes concentraciones de carmoisina.

Se determinó que el nivel de ingestión no tóxica de carmoisina en la dieta de ratas y ratones durante 90 días es de 0.5% equivalente a 250 mg/kg al día. (14)

2.1.3. ESTUDIO DE LA TOXICIDAD DE LA CARMOISINA EN EL CERDO MINIATURA EN UN PERIODO CORTO

El suministro de carmoisina a cerdos en dosis de 0 -

(control), 250, 500 y 1000 mg/kg al día durante 90 días, no provocó efectos adversos en el crecimiento. Tampoco se observaron diferencias entre los cerdos control y los otros en las siguientes pruebas efectuadas: hematológica, química del suero, análisis de orina, histológica y peso de los órganos.

El nivel no tóxico de 1000 mg/kg al día demuestra que el cerdo es menos sensible que la rata a los efectos de la carmoisina, ya que en rata la dosis tóxica es de 250 mg/kg al día (a dosis mayores se presentó un aumento del peso de los riñones de las ratas hembras). (16)

2.1.4 ESTUDIO DE TOXICIDAD EN RATAS EN UN PERIODO CORTO CON PONCEAU 4R

Este estudio se hizo sobre ratas, suministrando el colorante Rojo 6 en una concentración de 0.1% con respecto a la dieta. Cada animal ingería de 10 a 15 mg diariamente. En este experimento no se observó aparición de tumores.

Al utilizar el mismo colorante en una concentración de 0.2% sobre la dieta de las ratas, lo que representa una cantidad de 20 a 30 mg al día, los resultados fueron los mismos.

Se utilizaron también concentraciones de Rojo 6 de 0.0%, 0.3% y 3.0%, suministradas a cuatro grupos de 20 ratas cada uno (10 machos y 10 hembras), durante 64 semanas. Se observó que no se alteró la mortalidad de las ratas (hembras y machos). Las ratas hembras que recibieron una dosis de 3.0% del colorante presentaron un menor consumo de alimento que las ratas utilizadas como control, lo cual produjo un decremento significativo en el peso corporal, con incremento de peso de corazón, hígado y riñón. No se observaron efectos en los niveles de histopatología y hemoglobina. (15)

2.1.5. ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL COLORANTE ROJO 6 SOBRE CERDOS EN UN PERIODO CORTO

A un grupo de 8 cerdos blancos, 4 machos y 4 hembras, se administró Ponceau 4R en las siguientes concentraciones: 0 (control), 100, 300 y 900 mg por kg de peso corporal, diariamente. El experimento tuvo una duración de 90 días.

El día número 23 murió la hembra que recibía la dosis más alta, pero su muerte se atribuyó a una infección intestinal, no al tratamiento con el colorante.

No se observaron diferencias entre los cerdos con control y los animales en tratamiento en lo que se refiere a crecimiento, composición de orina y de suero, pesos de los órganos e histopatología. En la sexta semana, se presentó una reducción en el número de eritrocitos de los machos que recibían la dosis de 900 mg por kg de peso corporal.

El nivel tóxico de colorante encontrado en este estudio fué de 300 mg/kg al día. (17)

2.1.6. ESTUDIO DE TOXICIDAD DEL ROJO 6 SOBRE RATAS EN UN PERIODO LARGO

a) Se trabajó con once ratas, proporcionándoles el colorante en una concentración del 1% en el agua que bebían. El experimento duró 216 días y hubo un periodo de observación de 791 días. La ingestión diaria de colorante fué de 1g/kg al día y la total fué de 52 g/animal.

Durante el experimento murieron dos de las ratas, y en una de ellas se encontró un sarcoma en el hígado (en el punto de unión con la vesícula biliar).

b) Este experimento se hizo con 13 ratas, a las cuales se administraron inyecciones subcutáneas de 0.5 ml de una solución de colorante al 1.0%, dos veces por semana, du

rante 365 días. El periodo de observación fué de 957 días.

Cinco de las ratas murieron durante el experimento y no se encontraron tumores. (15)

A continuación se presentan estos estudios en forma de cuadros:

ESTUDIO DE LA ALIMENTACION DE CARMOISINA A RATAS DURANTE UN AÑO (19). CUADRO I

Concentración de Carmoisina (%)				
	0.35%	0.90%	2.00%	0.00%
Hembras	normal	normal	normal	normal
Machos	normal	normal	*	normal

Normal: se consideró mortalidad, aumento de peso, valores hematológicos y pesos relativos de órganos.

*: se presentó un incremento en la incidencia de - bronquitis e inflamación de la tráquea.

ESTUDIOS DE TOXICIDAD AGUDA EN RATAS Y RATONES Y TOXICIDAD DURANTE PERIODOS CORTOS EN RATAS CON CARMOISINA (14). CUADRO II

Concentración de Carmoisina (%)					
	0.00%	0.05%	0.10%	0.50%	1.00%
Hembras	normal	normal	normal	normal	*
Machos	normal	normal	normal	normal	normal

Normal: se consideró la salud en general, crecimiento, consumo de alimento, estudios hematológicos y pruebas de funcionamiento de hígado y riñones.

*: se observó un aumento de peso en los riñones.

ESTUDIO DE LA TOXICIDAD DE LA CARMOISINA EN EL CERDO MINIA-
TURA EN UN PERIODO CORTO (16). CUADRO III

Concentración de Carmoisina mg/kg				
	0.0	250	500	1000
Hembras	normal	normal	normal	normal
Machos	normal	normal	normal	normal

Normal: se consideró crecimiento, pruebas hematológicas, análisis químico del suero, análisis de orina, - histología y peso de órganos.

ESTUDIO DE LA TOXICIDAD DE PONCEAU 4R EN RATAS DURANTE UN
PERIODO CORTO (15). CUADRO IV

Concentración de Ponceau 4R			
	10-15 mg/día	20-30 mg/día	
Hembras	sin aparición de tumores	sin aparición de tumores	
Machos	sin aparición de tumores	sin aparición de tumores	
	0.0%	0.3%	3.0%
Hembras	normal	normal	*
Machos	normal	normal	normal

normal: Se consideró mortalidad y efectos en los niveles de histopatología y hemoglobina.

*: Se observó un menor consumo de alimento, lo cual produjo decremento significativo en el peso corporal, con incremento del peso del corazón, hígado y riñón.

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE PONCEAU 4R SOBRE CERDOS EN UN PERIODO CORTO (90 DIAS)(17). CUADRO V

Concentración de Ponceau 4R (mg/kg peso corporal)				
	0.0	100	300	900
Hembras	normal	normal	normal	**
Machos	normal	normal	normal	***

Normal: se consideró crecimiento, composición de orina y suero, peso de órganos e histopatología.

** : el día no. 23 murió un cerdo, y éste se atribuyó a infección intestinal.

*** : se observó una disminución en el número de eritrocitos en la sexta semana.

ESTUDIO DE LA TOXICIDAD DE PONCEAU 4R SOBRE LA RATA EN UN PERIODO LARGO (15) CUADRO VI

a) Concentración de Ponceau 4R: 1% en el agua para beber, total: 52g/animal, durante 216 días.

Resultado: de once ratas, dos murieron, encontrándose en una de ellas un sarcoma en el hígado.

b) Concentración de Ponceau 4R: 5 ml de solución del colorante al 1.0%, dos veces por semana durante un año.

Resultado: de trece ratas, cinco murieron, y no se encontraron tumores.

2.2 SINTESIS DE LOS COLORANTES ROJO 5 Y ROJO 6

En las reacciones de obtención de colorantes, tales como halogenación (cloración), aminación, diazoación, copulación y sulfonación de compuestos aromáticos, es factible la formación de sustancias tóxicas como las cloraminas y nitrosaminas; sin embargo no está reportado en la literatura de estos colorantes ninguna evidencia de presencia de estas sustancias y rebasa los objetivos de esta tesis el realizar un estudio detallado sobre este punto.

2.2.1 REACTIVOS NECESARIOS PARA LA SINTESIS DE ROJO 5 Y ROJO 6

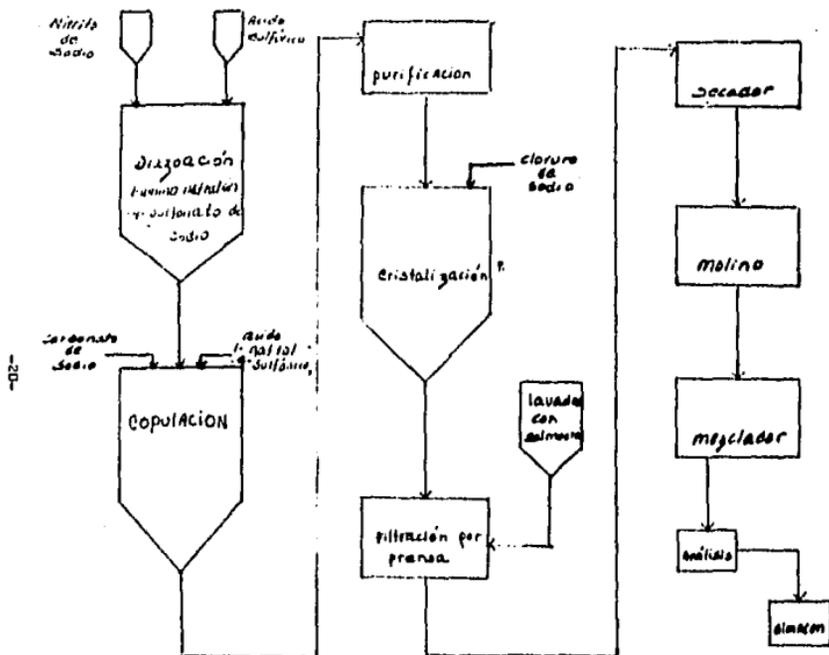
Para el colorante Rojo 5:

- ácido sulfúrico
- nitrito de sodio
- 1-amino naftalén-4-sulfonato de sodio
- carbonato de sodio
- ácido 1-naftol-4-sulfónico
- cloruro de sodio purificado y refinado

Para el colorante Rojo 6:

- ácido sulfúrico
- nitrito de sodio
- 1-amino naftalén-4-sulfonato de sodio
- 2-naftol 6,8-disulfonato de potasio
- hidróxido de sodio
- cloruro de sodio purificado y refinado

Las reacciones de obtención de los colorantes Rojo 5 y Rojo 6 son las siguientes:



C.C.2 DIAGRAMA DE FLUJO

Diagrama de flujo de R5. (5)

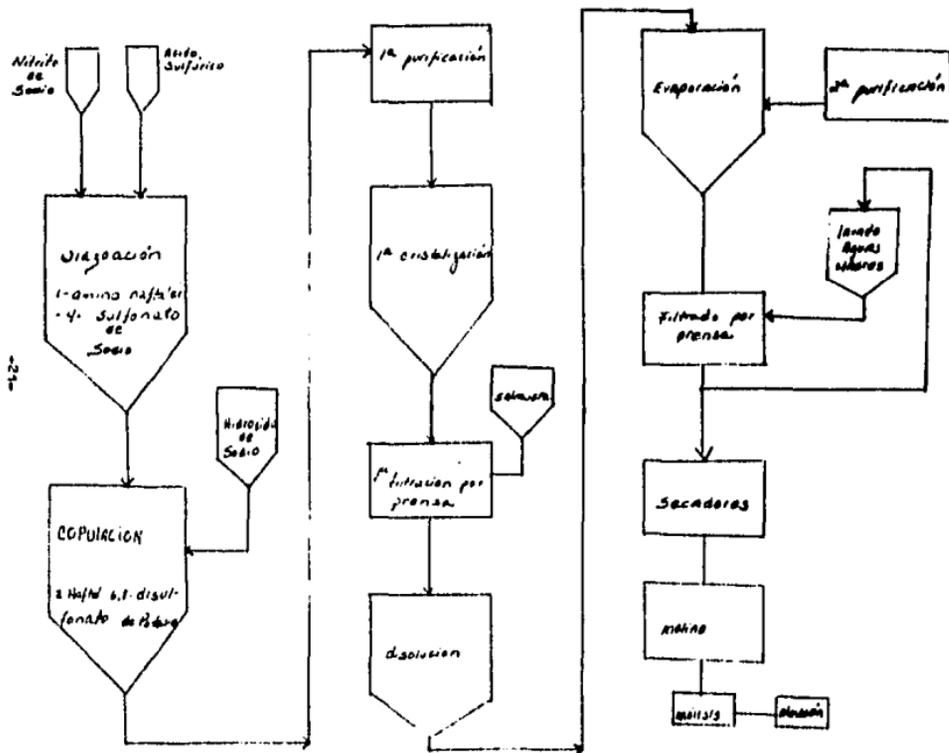


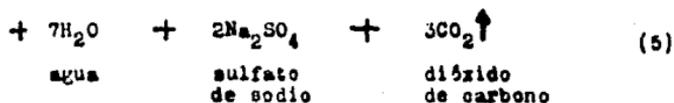
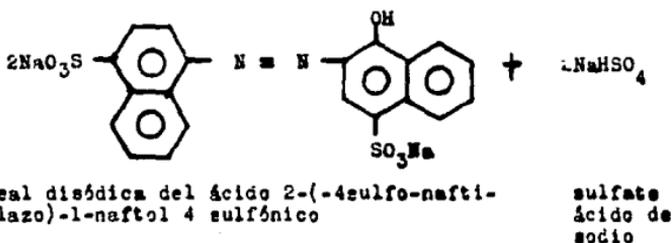
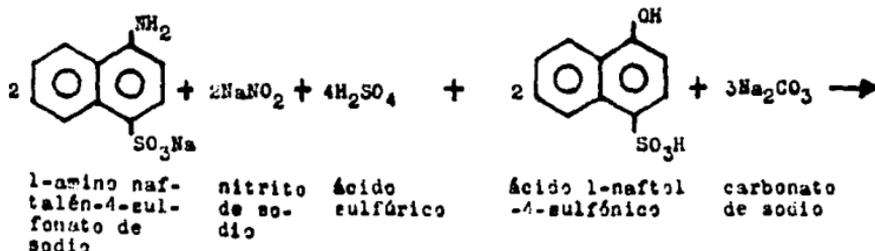
Diagrama de flujo de R. (6)

2.2.3 REACCIONES

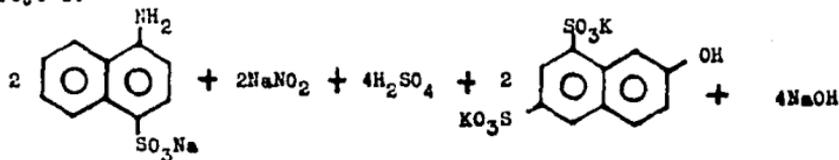
1) Reacciones Generales

Ecuaciones generales de Carmoisina (R5) y Ponceau 4R (R6).

Rojo 5:



rojo 6:



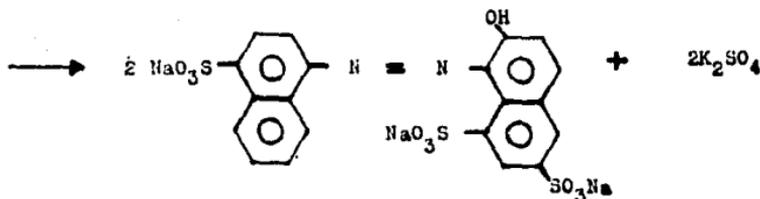
1 amino naftalén
-4-sulfonato de
sodio

nitrito
de so-
dio

ácido
sulfú-
rico

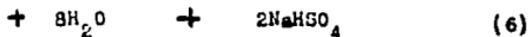
2 naftol, 6,8- di-
sulfonato de pota-
sio

hidróxi-
do de
sodio



sal trisódica del ácido 1-(-4 sulfo-1-nafti-
lazo)-2-naftol-6,8-disulfónico
(rojo 6)

sulfato
de
potasio

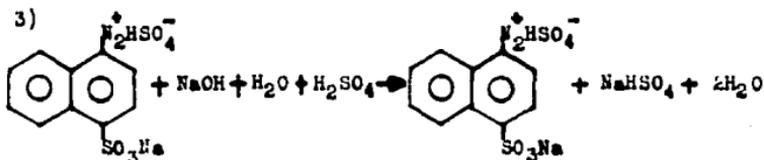
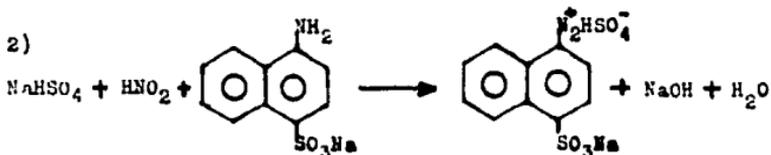


agua

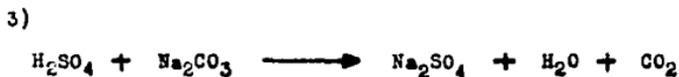
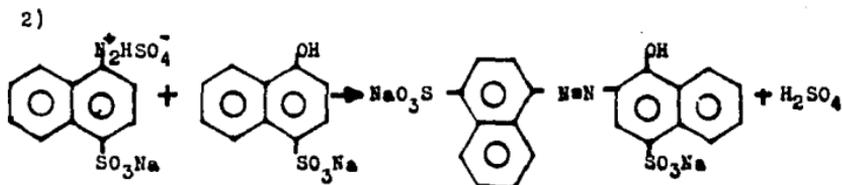
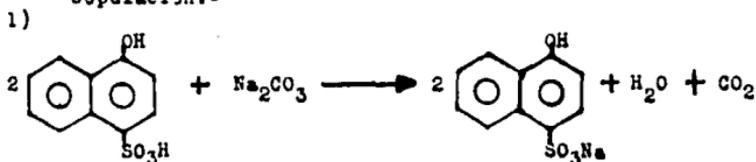
sulfato ácido de
sodio

2) Reacciones de diazoación y copulación.-

Ecuaciones de diazoación y copulación del rojo 5.-
Diazoación.-

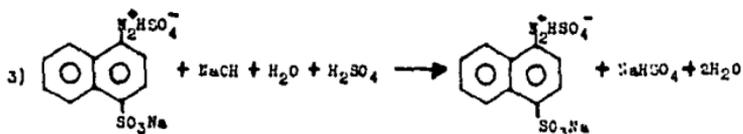
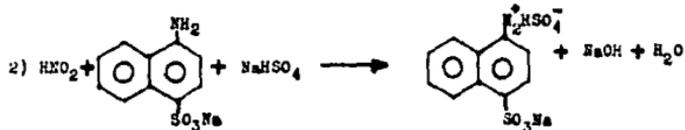


Copulación.-

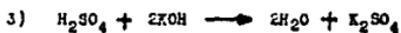
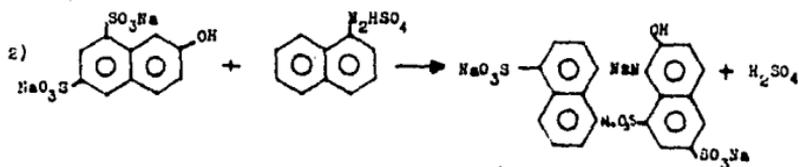


(5)

Ecuaciones de diazoción y copulación del rojo 6.-
Diazoción:



Copulación:



2.2.4 CONTROL DE CALIDAD

En muchos países no solo existe una lista de colorantes permitidos, sino que también especificaciones sobre la pureza de éstos, lo cual es importante para que el usuario pueda confiar en la uniformidad del colorante, teniendo una garantía de que el fabricante cumple con las especificaciones gubernamentales.

Usualmente las especificaciones indican los niveles máximos de impureza y las cantidades mínimas de colorante como se indica: (13)

- contenido de colorante puro -indicando su poder de tinción-
- contenido de cloruros y sulfato de sodio u otras sales inorgánicas
- material volátil
- insolubles en agua
- extractos etéreos
- colorantes subsidiarios
- metales pesados
- microorganismos

Existen, además, otras especificaciones. Conforme las listas de colorantes permitidos, las especificaciones de pureza se van uniformando a nivel internacional. La E. E. C. controla constantemente los estándares, así mismo la WHO/FAO.

En Estados Unidos las especificaciones se controlan por medio del Departamento de Salubridad y Asistencia Pública y Administración de Drogas y Alimentos. Todos los colorantes de alimentos usados en Estados Unidos deben ser certificados por dicho departamento en calidad de Alimentos, Medicinas y Cosméticos (AM y C). Esto incluye a los alimentos producidos en Estados Unidos para exportación.

A continuación se presentan las normas y requerimientos para los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6 de acuerdo con la Subdirección de Alimentos y Bebidas de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, Normas DGN-F-263-1975 y DGN-F-262-1975 respectivamente:

Colorante orgánico-sintético Rojo no. 5 "Carmoisina"

Generalidades

Definiciones

Para los efectos de esta Norma, se entiende por colorante la sustancia que al ser adicionada a los alimentos, bebidas, medicamentos o cosméticos, proporcione o acentúe alguna coloración a ellos, siempre y cuando esté autorizado por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Colorante Rojo no. 5, "Carmoisina" (CI 14720, 1956 6.1)

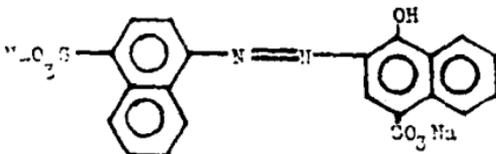
Observaciones: para evitar confusiones en la comercialización se incluye el número correspondiente al colorante registrado en el Color Index, incluyendo el año del mismo).

Con nombre químico: sal disódica del ácido 2-(4 sulfonafil-azo)-1-naftol -4-sulfónico.

Con fórmula condensada: $C_{20}H_{12}N_2O_7S_2Na_2$

Con masa molecular: 502.45 gmol^{-1}

Con fórmula estructural:



Alcance

Esta norma se aplica al colorante orgánico sintético Rojo no. 5 "Carmoisina".

Clasificación

El colorante a que se refiere esta Norma se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

Especificaciones del producto

El colorante objeto de esta Norma debe cumplir con las especificaciones siguiendo los métodos de pruebas también indicadas:

METODO DE PRUEBA (DGN-F-)	DETERMINACIONES	ESPECIFICACIONES
243	concentración (base seca)	95% mínimo
181	plomo (expresado como Pb)	10 ppm máximo
214	arsénico (expresado como As_2O_3)	1.4 ppm máximo
182	material volátil (a $135^{\circ}C$)	10% máximo
24	material insoluble en agua	1% máximo
242	extractos etéreos	0.5% máximo
171	óxidos mixtos	1% máximo
240	metales pesados (como Pb)	trazas
251	colorantes subsidiarios	4% máximo
238	cloruros	5% máximo
239	sulfatos	5% máximo

Existen regulaciones en lo que se refiere a marcado, envasado, muestreo (Norma Oficial Mexicana DGN-R-18 "procedimientos y Tablas para la Inspección por Atributos"), etcétera.

Se puede consultar DGN-R-50-1975 Norma Oficial Mexicana "Guía para la Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas". (5)

Colorante orgánico-sintético Rojo no. 6 "Ponceau 4R"

Generalidades

Definiciones

Para los efectos de esta Norma, se entiende por colo rante a la sustancia que al ser adicionada a los alimentos, bebidas, medicamentos o cosméticos, proporcione o acentúe alguna coloración a ellos; siempre y cuando esté autoriza da por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Colorante Rojo no. 6 "Ponceau 4R" (C.I. 16255, 1956 6.1)

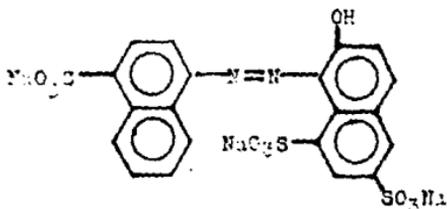
Observaciones: para evitar confusiones en la comercializa ción se incluye el número correspondiente al colorante re gistrado en el Color Index, incluyendo el año del mismo).

Con nombre químico: Sal trisódica del ácido 1-(4sulfo-1-naftil-azo)-2-naftol-6,8-disulfónico.

Con fórmula condensada: $C_{20}H_{11}N_2O_4S_3Na_3$

Con masa molecular: 604.5

Con fórmula estructural:



Alcance

Esta norma se aplica al colorante orgánico-sintético Rojo no. 6 "Ponceau 4R".

Clasificación

El colorante a que se refiere esta Norma se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

Especificaciones del producto

El colorante objeto de esta Norma debe cumplir con las mismas especificaciones indicadas para el colorante Rojo no. 5, "Carmoisina", y se utilizan para las determinaciones los mismos métodos de prueba. (Consultar tabla de especificaciones del producto del Rojo no. 5)

Se puede consultar DGN-R-5-1975 Norma Oficial Mexicana "Guía para la Estructuración, Redacción y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas". (6)

Aunque en la Norma correspondiente y en las disposiciones generales para colorantes o aditivos de color de la Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos, cuarta edición, 1974, vigente, no se mencionan especificaciones microbiológicas, cabe considerar algunas razones importantes para llevar a cabo determinaciones de este tipo: puesto que los colorantes se utilizan en alimentos, aún pe queñas cantidades de un microorganismo existente en el mis mo podría desarrollarse notablemente al estar en contacto con el alimento, con el subsecuente peligro para la salud. Otra razón es que la presencia de microorganismos, en particular hongos y bacterias, producen enzimas y otras sustancias con fuerte acción catalítica que pueden provocar la alteración de la estructura química del colorante provocando una notable decoloración, lo cual disminuye la calidad del producto y concentración del colorante.

CAPITULO III

EXPERIMENTACION

3.1 ENUMERACION DE LAS PRUEBAS A EFECTUARSE SOBRE LOS COLORANTES ROJO NO. 5 Y ROJO NO. 6

- a) Estabilidad de los colorantes a diferentes valores de pH.
 - a.1) pH desde 2 hasta 9
- b) Estabilidad de los colorantes en diferentes ácidos.
 - b.1) ácido cítrico
 - b.2) ácido acético
- c) Estabilidad de los colorantes en soluciones conservadoras.
 - c.1) benzoato de sodio
 - c.2) ácido ascórbico
 - c.3) dióxido de azufre
- d) Estabilidad de los colorantes en presencia de algunos edulcorantes comunes.
 - d.1) glucosa
 - d.2) sacarosa
 - d.3) glucosa y ácido cítrico
- e) Estabilidad a la luz solar.
- f) Estabilidad al calor. (50-60° C)
- g) Resistencia a medios salinos (utilizando sales de calcio, cobre y fierro).

Los siguientes párrafos explican los motivos por los cuales se estudiaron los colorantes con los agentes y reagentes

tivos mencionados:

pH: esta prueba se llevó a cabo debido a que dentro de los alimentos hay un intervalo amplio de pH, que varía desde 2.0 hasta 7.0 aproximadamente.

Acido cítrico: este ácido se utiliza como preservativo se cuestrador, estabilizador de pH y agente neutralizante.

Acido acético: el ácido acético también se usa como estabi lizador del pH y agente neutralizante.

Acido ascórbico: el ácido ascórbico, además de estar presente en muchos alimentos, se utiliza como un reductor de los efectos de la irradiación sobre las soluciones de proteínas (aunque la protección no es tan amplia como para controlar completamente la alteración proteica). Otro uso del ácido ascórbico en los alimentos es inhibir las reacciones de oscurecimiento enzimático que ocurre en los tejidos de las frutas y hortalizas que han sido rotos por corte, mondado, tajado o molido. Se ha encontrado que el ácido cítrico es sinérgico con el ácido ascórbico en esta acción. También se usa como preservativo se cuestrador y agente antioxidante. Es uno de los antioxidantes usado para aumentar la vida de almacenamiento de las grasas. Asimismo, es un nutriente permitido.

Benzoato de sodio: los benzoatos son usados comúnmente para la preservación de los alimentos, especialmente en alimentos con pH ácido, donde la acción del benzoato es más efectiva. Aunque las sales de sodio y amonio del ácido ben zoico son comúnmente usadas, se da preferencia al uso de la sal de sodio por ser más soluble en agua.

Metabisulfito de sodio: el metabisulfito de sodio es un agente efectivo en el control de la actividad microbiana y además tiene propiedades que protegen a los alimentos de la decoloración o encafecimiento, pues inactiva las enzimas que provocan dicho oscurecimiento.

Hipoclorito de sodio: el hipoclorito de sodio es un desinfectante químico ampliamente usado que encuentra un importante uso en el tratamiento de agua para beber y en propósitos de procesado.

Glucosa, sacarosa y ácido cítrico: los azúcares actúan como conservadores, provocando una plasmólisis en los microorganismos. La manufactura de jaleas y conservas de frutas está basada en el principio "altos sólidos-alto ácido". Un substrato alimenticio concentrado a 65% o más sólidos solubles que contiene ácido en forma substancial puede ser conservado con tratamientos térmicos suaves, previniendo que esté protegido del aire. Con 70% de sólidos solubles no se requiere alto contenido de ácido. El ácido cítrico se usa porque muchas jaleas y otros alimentos son a base de frutos cítricos y éste le da el sabor característico de la fruta, además de compensar las deficiencias de ésta.

Exposición a la luz solar: la radiación solar puede alterar las características colorantes de los pigmentos. Las frutas y hortalizas altamente coloreadas sufren un blanqueo cuyo grado depende de la dosis de radiación. La luz solar tiene, además, un efecto oxidante y de enranciamiento. Esta prueba puede indicar la conveniencia de no exponer los alimentos a la luz solar.

Exposición a temperaturas entre 50 y 60° C: en el proceso de los alimentos es muy común que se incluya una fase

de calentamiento, ya sea como parte de la preparación del alimento o como medio de conservación de éste. También se usa para inactivar las enzimas causantes del oscurecimiento. El calor tiene efecto oxidante y de enranciamiento. Por estas razones se efectuaron pruebas de resistencia a diferentes temperaturas.

Cloruro de calcio: la adición de sales de calcio a la fruta establece un gel de pectato de calcio que soporta los tejidos y mantiene la estructura aún después de ser procesada térmicamente. Las sales de calcio son usadas en muchas operaciones de procesado de las frutas como agentes afirmadores (en concentraciones menores de 0.1%). Muchas sales de calcio, entre ellas el cloruro son usadas como estabilizadores del pH y agentes neutralizantes.

Cloruro férrico y sulfato de cobre: los metales tienen un efecto oxidante y de enranciamiento. También aumentan el efecto de degradación causado por el calor. Se ha visto que el cloruro férrico tiene propiedades oxidantes moderadas, es catalizador de descomposición y forma complejos. El cobre, ocasionalmente, se utiliza para colorear los guisantes.

3.2 MATERIALES, REACTIVOS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS

Material empleado:

- Frascos ámbar con capacidad aproximada de 15 ml y tapones
- Pipetas de 1,5,10 y 25 ml (aforadas)
- Vasos de precipitados de 250,500 y 1000 ml
- Bureta
- Matraz aforado de 500 ml

Reactivos empleados:

	MARCA	% DE PUREZA
R5 A.M.C. lote 1363	Warner Jenkinson	90.68
R6 A.M.C. lote 1367	Warner Jenkinson	90.26
Acido clorhídrico	Baker	36.5 - 38.0
Hidróxido de sodio	Baker	98.0
Acido cítrico	Baker	99.8
Acido acético	Baker	99.7
Enzotato de sodio	Baker	usp
Acido ascórbico	Baker	99.0
Metabisulfito de sodio	Baker	97.0
Dextrosa anhidra	Baker	99.0
Sacarosa	Baker	99.0
Cloruro de calcio	Baker	96.0
Sulfato de cobre	Baker	99.0
Cloruro férrico	Baker	99.0

Instrumentos empleados

APARATO	MARCA	MODELO	INTERVALO DE OPERACION
Espectrofotómetro	Perkin-Elmer doble haz	202	visible * 350-750 nm
Espectrofotómetro	Perkin-Elmer	337	Infrarrojo 2.5-24 micra
Estufa incubadora	Kinet	pat. pend.	0-350°C
Balanza analítica	Sartorius	2432	0-200g ±0.1 mg aprecia- ción de lec- tura
Potenciómetro	Metrohm	E350B	0-14

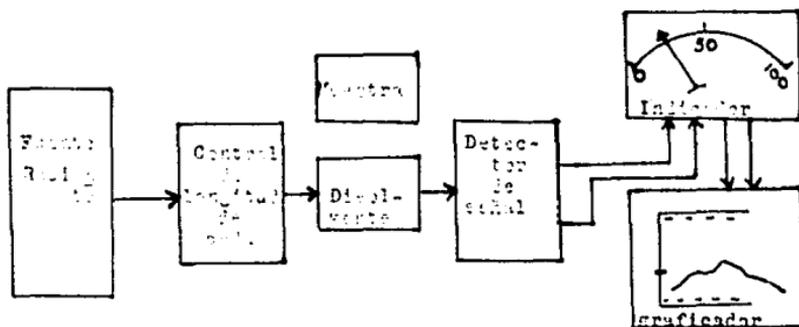
* También cubre la región ultravioleta (200 390 nm).

Funcionamiento de los Instrumentos

Espectrofotómetro:

Existen espectrofotómetros que cubren la región ultra violeta y visible y otros que cubren la región infrarroja.

Este instrumento sirve para medir la absorbancia de un líquido, para lo cual consta de: una fuente estable de energía radiante que puede variar de intensidad (lámpara con filamento de tungsteno, lámpara de hidrógeno. La fuente infrarroja común es un sólido calentado eléctricamente a temperaturas entre 1500 y 2000^oK), un sistema monocromador que permite obtener radiaciones aproximadamente monocromáticas, cubetas transparentes para muestra y disolvente (cuarzo en ultravioleta y vidrio en visible), un detector de radiación o transductor que convierte la energía radiante en señal mensurable (generalmente eléctrica), y un indicador de señal así como un graficador que permite obtener propiamente los espectros, como lo muestra el siguiente diagrama:



Para verificar el correcto funcionamiento del instrumento, es recomendable obtener el espectro de una muestra conocida y compararlo contra un estándar de la misma. En caso de que existe una divergencia se deberá hacer los ajustes pertinentes en el equipo para así obtener una lectura correcta.

Estufa:

Este aparato nos permite obtener diferentes temperaturas por medio de una resistencia eléctrica controlada por un reóstato, con el cual se indica la temperatura deseada. Además cuenta con un pirómetro para corroborar el correcto funcionamiento del reóstato.

Balanza Analítica:

El instrumento mencionado permite obtener mediciones de peso con una exactitud hasta de 0.1 mg. Se recomienda verificar el funcionamiento correcto del instrumento antes de efectuar una medición, utilizando pesas patrón conocidas.

Potenciómetro:

El potenciómetro es el instrumento clásico para la determinación precisa de las diferencias de potenciales entre puntos diferentes de un circuito eléctrico. Es un instrumento de punto nulo en el que el potencial desconocido se compara por lo general con un potencial estándar conocido exactamente.

En principio, un medidor potenciométrico del pH difiere del potenciómetro ordinario sólo en el grado en el que el galvanómetro es sustituido por un circuito electrónico que amplifica la corriente del circuito de la pila

por un factor de 10^9 o más.

El sistema de electrodos de vidrio-calomel es un instrumento notablemente práctico para la medición del pH en muchas condiciones. En contraste con otros electrodos, este sistema puede usarse sin interferir en disoluciones que contienen oxidantes fuertes, reductores, proteínas y gases.

Algunos errores que afectan las mediciones del pH con el electrodo de vidrio son los siguientes:

El error alcalino: los electrodos de vidrio ordinarios se vuelven algo sensibles a los metales alcalinos, sobre todo al sodio, en valores de pH mayores de 9. En un pH de 12 el error atribuible a este efecto de -0.3 unidad de pH cuando la concentración de iones de sodio es de 0.1 F; se aproxima a -0.7 unidad en soluciones de 1.0 F en ión sodio.

El error ácido: en un pH menor de cero, los valores obtenidos con un electrodo de vidrio tienden a ser algo altos.

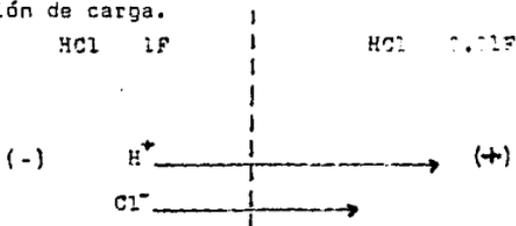
Deshidratación: la deshidratación del electrodo puede conducir a respuesta errática.

Errores en soluciones neutras no amortiguadas: el equilibrio entre la capa superficial del electrodo y la solución sólo se alcanza lentamente en soluciones neutras no amortiguadas. Puesto que el potencial medido es determinado por la capa superficial del líquido, se producen errores si no se deja tiempo para que se establezca el equilibrio. Este proceso puede requerir varios minutos. Antes de una determinación, se debe enjuagar el electrodo. Una buena agitación también es útil.

Variación en el potencial de contacto líquido: valores absolutos más fidedignos que 0.01 unidad de pH generalmente son inobtenibles.

Cuando dos soluciones de electrolitos de diferente composición se ponen en contacto entre sí, aparece una diferencia de potencial en la superficie de separación. Este potencial de unión, se debe a una distribución desigual de cationes y aniones a través de la frontera, debido a diferencias en velocidades con que emigran estas especies.

Tomando el caso de lo que ocurre en la superficie de separación entre una solución de ácido clorhídrico 1F y una del mismo ácido 0.01F: los protones y los cloruros tienen a difundirse a través de esta frontera desde la solución más concentrada hacia la más diluida, siendo la fuerza impulsora de esta migración proporcional a la diferencia de concentraciones. La velocidad con que los distintos iones se mueven bajo la influencia de una fuerza fija varía considerablemente, es decir, los protones son varias veces más móviles que los cloruros. Como consecuencia, hay una tendencia de los protones a dejar atrás a los cloruros cuando se produce la difusión. El resultado neto es una separación de carga.



El lado más diluido del límite se carga positivamente debido a la migración más rápida de protones; por lo tanto el lado concentrado adquiere una carga negativa de los cloruros de movimiento más lento. La carga que se produce tende a contrarrestar las diferencias en movilidad de los

dos iones; por ello, pronto se crea una situación de equilibrio. La diferencia de potencial resultante de esta separación de cargas puede ascender a varias centésimas de voltio o más.

La magnitud del potencial de contacto líquido puede ser reducido considerablemente por interposición de una solución concentrada de electrolito (un puente de sal) entre las dos disoluciones. La eficacia de este procedimiento mejora al aumentar la concentración de la sal del puente y cuando las movilidades de los iones de cargas opuestas de la sal se acercan en magnitud.

Error en el pH de la solución amortiguadora: como el electrodo de vidrio debe ser calibrado regularmente, cualesquiera inexactitudes en la preparación o cambios en la composición del amortiguador durante el almacenamiento se reflejan como errores en las mediciones del pH. Con el tiempo, muchos amortiguadores sufren descomposición como resultado de la acción de las bacterias. Los amortiguadores básicos son sensibles a la acción del dióxido de carbono del aire.

3.3 LEY DE BEER Y LIMITACIONES A SU APLICABILIDAD

El principio de la medición espectrofotométrica de la absorbancia de una disolución consiste en hacer pasar un haz de luz monocromática a través de una celda de vidrio que haya sido llenada con la disolución. La radiación emergente es de menor potencia que la radiación incidente. Este fenómeno se debe a la absorción de la energía radiante por parte del líquido.

El tratamiento cuantitativo de la absorción de la e-

energía radiante por la materia se basa en la Ley de Lambert y Beer, cuyo enunciado es: "Incrementos sucesivos en el número de moléculas idénticas absorbentes que se encuentran en la trayectoria de un haz de radiación monocromática, absorben fracciones iguales de la energía radiante que las atraviesa". (11). Esto es, la radiación disminuye en potencia entre más penetra en el líquido y entre mayor sea la concentración del soluto.

Dicho enunciado puede representarse con la siguiente relación:

$$A = abc$$

Donde A= absorbancia

a= absorptividad molar

b= longitud de la trayectoria

c= concentración

Esta ecuación es la ley fundamental que rige la absorción de todos los tipos de radiación electromagnética. Se aplica no sólo a soluciones, sino a gases y sólidos también. Se conoce como ley de Lambert-Beer, ley de Bouguer-Beer o más comúnmente como ley de Beer. La constante "a", se llama Absortividad molar cuando la concentración "c" se expresa en moles de absorbente por litro y la longitud de la trayectoria "b" se da en centímetros; se llama simplemente absorptividad, y se le da el símbolo "a" cuando se usan otras unidades para concentración o longitud de trayectoria. La ecuación indica que la absorbancia de una solución es directamente proporcional a la concentración de especies absorbentes cuando la longitud de la trayectoria luminosa es fija, y directamente proporcional a la trayectoria luminosa cuando la concentración es fija. Un análisis cuantitativo basado en la absorción de radiación hace uso de una de estas relaciones o de las dos.

Considérese un bloque de materia absorbente (sólida, líquida o gaseosa). Un haz de radiación de potencia P_0 incide en el bloque perpendicular a una superficie; después de atravesar un trecho "b" del material su potencia se reduce a "P" por absorción. Considérese ahora una sección transversal del bloque de área "S" y de espesor infinitesimal "dx". Dentro de esta sección hay "dn" partículas absorbentes (moléculas o iones); asociada con cada partícula se puede imaginar una superficie en la que puede producirse captura de fotones. Esto es, si un fotón llega por casualidad a una de estas áreas se producirá absorción inmediatamente. El área total proyectada de estas superficies de captura en la sección se designa como "dS" y la probabilidad de captura de un solo fotón que pasa por la sección es la razón del área total, "dS/S". En un promedio estadístico esta razón representa la probabilidad de captura de fotones dentro de la sección.

LIMITACIONES A LA APLICABILIDAD DE LA LEY DE BEER

La relación lineal entre la absorbancia y longitud de trayectoria en una concentración fija de sustancias absorbentes es una generalización para la cual no se conocen excepciones. Por el contrario, se encuentran frecuentemente desviaciones con relación a la proporcionalidad directa entre absorbancia y concentración medidas cuando la longitud de la trayectoria de radiación es constante. Algunas de estas desviaciones son de naturaleza tan fundamental que representan limitaciones reales de la ley; otras ocurren como consecuencia de la forma en que se hacen las mediciones de absorbancia o como resultado de cambios químicos asociados con cambios en la concentración; estas dos últimas se conocen como desviaciones instrumentales y

desviaciones químicas, respectivamente.

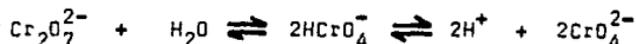
Limitaciones reales a la ley de Beer.-

La ley de Beer describe bien el comportamiento de absorción de soluciones diluidas solamente; en este sentido es una ley límite. En altas concentraciones (generalmente mayores a 0.01 F) la distancia media entre las especies que causan absorción disminuye hasta el punto en que cada una afecta a la distribución de carga de sus vecinas. Esta interacción, a su vez, puede alterar su capacidad para absorber una longitud de onda de radiación dada. Puesto que el grado de interacción depende de la concentración, la ocurrencia de este fenómeno causa desviaciones de la relación lineal entre absorbancia y concentración.

También se producen desviaciones de la ley de Beer debido a que la absorptividad molar depende del índice de refracción de la solución. Así, si los cambios de concentración causan alteraciones importantes en el índice de refracción de una solución, se observan desviaciones de la ley de Beer.

Desviaciones Químicas

Algunas desviaciones evidentes de la ley de Beer se encuentran frecuentemente como consecuencia de asociación, disociación o reacción de la sustancia absorbente con el disolvente. Un ejemplo de desviación química se observa con soluciones de dicromato potásico no amortiguadas, en las que existen los siguientes equilibrios:



En la mayoría de las longitudes de onda las absorptividades molares del ión dicromato y las dos especies de

cromatos son muy diferentes. Así, la absorbancia total de cualquier solución depende de la razón de concentraciones entre las formas diméricas y monoméricas. Pero esta razón cambia notablemente con la dilución y provoca una pronunciada desviación de la linealidad entre la absorbancia y la concentración total del cromo. No obstante, la absorbancia debida al ión dicromato sigue siendo directamente proporcional a su concentración molar; lo mismo sucede con el ión cromato. Este hecho se demuestra fácilmente haciendo mediciones en soluciones fuertemente ácidas o fuertemente básicas donde predomina una o la otra de estas especies. Las desviaciones en la absorbancia de este sistema con relación a la ley de Beer son más aparentes que reales, porque resultan de cambios en los equilibrios químicos.

En realidad, estas desviaciones pueden predecirse fácilmente a partir de las constantes de equilibrio de las reacciones y de las absorptividades molares de los iones dicromato y cromato.

Desviación Instrumental

El estricto cumplimiento de la ley de Beer por un sistema absorbente sólo se observa cuando la radiación empleada es monocromática. La radiación policromática puede conducir a desviaciones de la ley de Beer.

Soluto fluorescente: en el caso de un soluto de este tipo se presenta el fenómeno de fluorescencia, que altera la lectura de la absorbancia.

Luz parásita: también ocasiona desviaciones de la ley de Beer, ya que esta luz es originada por la luz reflejada por las partículas de polvo que se van acumulando en la caja negra del espectrofotómetro.

3.4 DESCRIPCION DE LOS EXPERIMENTOS

Primeramente se obtuvo el espectro visible del colorante Sudán I, con el objeto de verificar la capacidad de respuesta del equipo utilizado, misma que fué correcta. Por esta razón no se consideró necesario hacer modificaciones al obtener los datos de absorbancia.

Se prepararon soluciones patrón de Rojo 5, con una concentración de 0.002% y de Rojo 6, con una concentración de 0.00175%. Se usaron estas concentraciones ya que se observó que con ellas se obtuvieron lecturas adecuadas de absorbancia. Las muestras se conservaron refrigeradas a una temperatura promedio de 5°C.

Se compararon las longitudes de onda a las que absorbían las muestras que se utilizaron con las longitudes de onda a las que absorbían diferentes muestras provenientes de los laboratorios Warner-Jenkinson para verificar que las sustancias en cuestión fuesen los colorantes Rojo 5 y Rojo 6, y que estuvieran libres de contaminación.

Como datos complementarios, se obtuvieron los espectros de los colorantes en la región ultravioleta e infrarroja (en esta última los colorantes se prepararon en pastilla de bromuro de potasio y las lecturas obtenidas fueron: 2.5 a 8 micras para Rojo 5 y 8 a 24 micras para Rojo 6).

Para efectuar las pruebas de estabilidad de los colorantes a diferentes pH, se trabajó con ácido clorhídrico y con hidróxido de sodio para obtener los valores de pH requeridos. Todas las medidas se hicieron con un potenciómetro y par electrodo de vidrio-calomel.

En las siguientes pruebas, como las de estabilidad de los colorantes en diferentes soluciones conservadoras, es-

tabilidad de los colorantes en presencia de edulcorantes y resistencia a medios salinos; se agregó a los colorantes la sustancia requerida en cada caso para lograr el me di o y la concentración deseada. Inmediatamente después de preparar las soluciones se obtenía el espectro (llamado espectro en el día cero); a la semana se obtenía el espec tro nuevamente (día 7) y por último a las dos semanas (día 14).

En el caso de las pruebas de estabilidad a la luz so lar y estabilidad al calor ($50-60^{\circ}\text{C}$), después de preparar las muestras se colocaron en frascos de vidrio transparen te con tapón esmerilado.

Las muestras destinadas a la prueba de estabilidad a la luz solar se dejaron expuestas al ambiente, y por lo tanto, sujetas a cambios de luz y temperatura.

Las muestras destinadas a la prueba de estabilidad al calor se dejaron quince días a una temperatura de $50-60^{\circ}\text{C}$ en una estufa.

De acuerdo a las indicaciones se obtuvieron los espec tros en los días cero, siete y catorce. (7)

3.5 TESTIGOS Y FLUCTUACIONES CONSIDERADAS

Cabe mencionar que durante el desarrollo del experi men to se presentaron ciertas fluctuaciones inevitables, . mismas que fueron analizadas y se consideraron despreciables, debido a que no afectan el resultado de las pruebas. Estas variaciones son: la temperatura del medio ambiente (se considera que fué del orden de 5°C), pequeños cambios en el pH del agua destilada (aunque en todos los casos se utilizó agua destilada del mismo tipo), otros fenómenos a t

mosféricos tales como evaporación y posibles errores analíticos.

En lo que se refiere a los espectros obtenidos, en todos los casos los resultados se manejaron en base al porcentaje de variación de la absorbancia del colorante tratado con determinada sustancia, o en determinado medio, con respecto a la absorbancia del colorante sólo diluido en agua destilada (mismo que se llamó patrón o testigo). Al efectuar cada uno de los espectros del experimento se obtuvo también el espectro del testigo correspondiente - (R no. 5 o R no. 6, según el caso), obteniéndose de este modo un total de 37 espectros de los patrones, dentro de los cuales se registraron variaciones insignificantes.

Con el objeto de manejar un solo dato de la absorbancia del patrón se hizo un promedio de todas las lecturas de absorbancia obtenidas para los testigos a los cero, siete y catorce días (duración de cada prueba). Los promedios obtenidos para cada uno de los colorantes son los siguientes:

Valor de la absorbancia del colorante R no. 5 diluido en agua destilada al 0.002% peso/volumen:

En el día 0: 0.818 que se aproximó a 0.82

En el día 7: 0.828 que se aproximó a 0.83

En el día 14: 0.816 que se aproximó a 0.82

Valor de la absorbancia del colorante R no. 6 diluido en agua destilada al 0.00175% peso/volumen:

En el día 0: 0.716 que se aproximó a 0.72

En el día 7: 0.722 que se aproximó a 0.72

En el día 14: 0.696 que se aproximó a 0.70

En base a estos valores se calculó en cada prueba el porcentaje de variación con respecto al patrón. Se conside

ró que al preparar el patrón en agua destilada el colorante es estable y que no varió en catorce días, por lo tanto es válido como referencia.

3.6 RESULTADOS

Estabilidad de R no. 5 ante Diferentes Valores de pH

pH	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
2.3	0.79	0.68	0.80	-3.6	-17.1	-2.4
3.0	0.82	0.82	0.82	0.0	0.0	0.0
4.0	0.76	0.82	0.86	-7.3	0.0	-4.9
6.5	0.69	0.76	0.84	-15.8	-7.3	2.4
7.8	0.72	0.76	0.82	-12.2	-7.3	0.0
8.6	0.70	0.76	0.80	-14.6	-7.3	-2.4
9.2	0.69*	0.66*	0.70*	-15.8	-19.5	-14.6

*: a 510 nm

TABLA I-A

NOTA: Los valores de pH fueron ajustados con ácido clorhídrico y con hidróxido de sodio, según el caso.

PATRON: R no. 5 0.002% a pH neutro.

Estabilidad de R no. 6 ante Diferentes Valores de pH

PH	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
2.0	0.74	0.69	0.74	2.7	-4.2	2.7
3.3	0.74	0.70	0.65	2.7	-2.8	-9.7
5.5	0.65	0.65	0.65	-9.7	-9.7	-9.7
6.9	0.73	0.72	0.74	1.4	0.0	2.7
8.4	0.71	0.71	0.74	-1.4	-1.4	2.7
9.5	0.70	0.71	0.74	-2.8	-1.4	2.7

TABLA I-B

NOTA: Los valores de pH fueron ajustados con ácido clorhídrico y con hidróxido de sodio, según el caso.

PATRON: R no. 6 0.00175% a pH neutro.

Estabilidad de los colorantes ante Varias Concentraciones
de Acido Cítrico

R no. 5 al 0.002% (patrón)

% p/v Ac. cí trico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5 pH=2.4	0.84	0.81	0.79	2.4	-1.2	-3.7
5.0 pH=1.9	0.82	0.78	0.78	0.0	-4.9	-4.9

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

% p/v Ac. cí trico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5 pH=2.4	0.75	0.78	0.72	4.2	8.3	0.0
5.0 pH=1.9	0.73	0.79	0.72	1.4	8.3	-1.4

TABLA II

Estabilidad de los Colorantes ante varias Concentraciones de Acido Acético

R no. 5 al 0.002% (patrón)

% p/v Ac. Acético	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
1.0 pH=3.1	0.84	0.83	0.78	2.4	1.2	-4.9
5.8 pH=2.4	0.84	0.84	0.78	2.4	2.4	-4.9

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

% p/v Ac. Acético	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
1.0 pH=3.1	1.12	1.10	1.00	*	*	*
5.0 pH=2.4	1.12	1.10	1.10	*	*	*

*: Lecturas fuera de intervalo

TABLA III

Estabilidad de los Colorantes ante varias concentraciones
de Acido Ascórbico

R no. 5 al 0.002% (patrón)

% p/v Ac. As córico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5 pH=3.6	0.58	0.12	0.02	-29.3	-85.4	-97.6
2.5 pH=2.9	0.56	0.01	0.02	-31.7	-98.8	-97.6
5.0 pH=2.6	0.32	0.01	0.02	-61.0	-98.8	-97.6

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

% p/v Ac. As córico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5 pH=3.6	0.59	0.40	0.25	-4.2	-44.4	-65.3
2.5 pH=2.9	0.64	0.30	0.17	-11.1	-58.3	-76.4
5.0 pH=2.6	0.61	0.27	0.15	-15.3	-62.5	-79.2

TABLA IV

Estabilidad de los Colorantes ante varias Concentraciones
de Benzoato de Sodio

R no. 5 al 0.002% (patrón)

% p/v Benzoato de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5	0.90	0.87	0.79	9.7	6.1	-3.7
2.5	0.84	0.84	0.82	2.4	2.4	0.0
5.0	0.87	0.85	0.84	6.1	3.7	2.4

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

% p/v Benzoato de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
0.5	0.75	0.79	0.76	4.2	9.7	5.6
2.5	0.75	0.74	0.75	4.2	2.8	4.2
5.0	0.81	0.69	0.73	12.5	-4.2	1.4

TABLA V

Estabilidad de los Colorantes ante varias Concentraciones
de Metabisulfito de sodio

R no. 5 al 0.002% (patrón)

ppm me tabisul fito de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
100	0.86	0.84	0.88	4.9	2.4	7.3
250	0.86	0.84	0.88	4.9	2.4	7.3

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

ppm Me tabisul fito de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
100	0.74	0.72	0.75	2.8	0.0	4.2
250	0.74	0.73	0.75	2.8	1.4	4.2

TABLA VI

Estabilidad de los Colorantes ante varias Concentraciones
de Hipoclorito de Sodio

R no. 5 al 0.002% (patrón)

ppm Hi poclori to de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día:
2.5	0.58	0.61	0.57	-26.8	-25.6	-30.5
5.0	0.35	0.22	0.18	-57.3	-73.2	-78.0

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

ppm Hi poclori to de sodio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
2.5	1.07	1.04	1.05	-	-	-
5.0	1.04	0.97	0.97	-	34.7	34.7

TABLA VII

Estabilidad de los Colorantes ante Varias Concentraciones
de Glucosa, Sacarosa y Glucosa con Acido Cítrico

R no. 5 al 0.002% (patrón)

% p/v	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
glucosa 10%	0.82	0.80	0.68	0.0	-2.4	-17.1
sacarosa 10 %	0.81	0.81	0.72	-1.2	-1.2	-12.2
glucosa 10% + ac. cítrico 2.5%	0.91	0.78	0.75	-1.2	-4.9	-8.5

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

% p/v	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
glucosa 10%	0.72	0.76	0.69	0.0	5.6	-4.2
sacarosa 10%	0.71	0.73	0.66	-1.4	1.4	-8.3
glucosa 10% + ac. cítrico 2.5%	0.70	0.70	0.65	-2.8	-2.8	-9.7

TABLA VIII

Estabilidad de los Colorantes a la Exposición a la Luz So

lar

Colorante	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
R no. 5 0.002%	0.82	0.78	0.83	0.0	-4.9	1.2
R no. 6 0.00175%	0.72	0.75	0.69	0.0	4.1	-2.5

TABLA IX

Estabilidad de los Colorantes a la Exposición a 50-60° C

Colorante	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
R no. 5 0.002%	0.82	1.00	1.09	0.0	*	*
R no. 6 0.00175%	0.72	0.32	0.30	0.0	-55.5	-58.3

*: Lecturas fuera de intervalo

TABLA X

Estabilidad de los Colorantes ante Varias Concentraciones de Sulfato de Cobre

Tanto en el caso de R no. 5 como de R no. 6, las lecturas no se evaluaron, ya que hubo un corrimiento de banda a una menor longitud de onda. Con el sulfato de cobre, los colorantes tomaron una coloración amarilla debido a la formación de un complejo.

Estabilidad de los colorantes ante Cloruro Férrico (10 ppm)

R no. 5 al 0.002% (Patrón)

ppm cloruro férrico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
10	0.80	0.73	0.71	-2.4	-10.9	-13.4

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

ppm cloruro férrico	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
10	1.05	0.87	0.78	*	20.8	8.4

*: lectura fuera de intervalo

TABLA XI

Estabilidad de los Colorantes ante varias Concentraciones
de Cloruro de Calcio

R no. 5 al 0.002% (patrón)

ppm cloruro de calcio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
10	0.77	0.81	0.81	-6.1	-1.2	-1.2
100	0.75	0.77	0.75	-8.5	-6.1	-8.1

R no. 6 al 0.00175% (patrón)

ppm cloruro de calcio	Absorbancia a 520 nm			% de variación sobre el patrón		
	día 0	día 7	día 14	día 0	día 7	día 14
10	1.06	0.99	1.11	*	37.5	*
100	1.00	0.97	1.07	*	34.7	*

*: lecturas fuera de intervalo

TABLA XII

Solubilidad de los Colorantes en Diferentes Solventes

(DATOS TOMADOS DE CERTIGRAMAS DE SOLUBILIDAD DE R NO. 5 Y R NO. 6 PROPORCIONADOS POR PIGMENTOS Y OXIDOS S.A.)

ROJO NO. 5

SOLUBILIDAD DE R NO. 5 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN AGUA

Temperatura	Solubilidad gr colorante/ lt
2 ^o C	10
25 ^o C	32
60 ^o C	70

TABLA XIII

SOLUBILIDAD DE R NO. 5 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN ALCO-

HOL

Temperatura	Solubilidad		
	Alcohol 100%	Alcohol 50%	Alcohol 25%
25 ^o C	0.02g/lt	11 g/lt	14 g/lt
60 ^o C	0.50g/lt	50 g/lt	80 g/lt

TABLA XIV

SOLUBILIDAD DE R NO. 5 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GLICE-

RINA

Temperatura	Solubilidad		
	Glicer. 100%	Glicer. 50%	Glicer. 25%
25 ^o C	70 g/lt	135 g/lt	70 g/lt
60 ^o C	70 g/lt	210 g/lt	180g/lt

TABLA XV

SOLUBILIDAD DE R NO. 5 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN PROPI-

LENGLICOL

Temperatura	Solubilidad		
	P.G. 100%	P.G. 50%	P.G. 25%
25 ^o C	4 g/lt	70 g/lt	32 g/lt
60 ^o C	5 g/lt	125g/lt	125g/lt

P.G.: propilenglicol

TABLA XVI

SOLUBILIDAD DE R NO. 6 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN AGUA

Temperatura	Solubilidad gr colorante/ lt
2 ^o C	230
25 ^o C	250
60 ^o C	320

TABLA XVII

SOLUBILIDAD DE ROJO NO. 6 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN AL-
COHOL

Temperatura	Solubilidad		
	Alcohol 100%	Alcohol 50%	Alcohol 25%
25 ^o C	0.2 g/lt	14 g/lt	50 g/lt
60 ^o C	0.2 g/lt	35 g/lt	145g/lt

TABLA XVIII

SOLUBILIDAD DE R NO. 6 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN GLICERINA

Temperatura	Solubilidad		
	Glicer.	Glicer.	Glicer.
25°C	14 g/lt	165 g/lt	270 g/lt
60°C	50 g/lt	200 g/lt	230 g/lt

TABLA XIX

SOLUBILIDAD DE ROJO NO. 6 A DIFERENTES TEMPERATURAS EN PROPILENGLICOL

Temperatura	Solubilidad		
	P.G.	P.G.	P.G.
	100%	50%	25%
25°C	14 g/lt	85 g/lt	150 g/lt
60°C	22 g/lt	125 g/lt	170 g/lt

P.G.: Propilenglicol

TABLA XX

CAPITULO IV

DISCUSION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1 SELECCION DE LAS CONDICIONES EXPERIMENTALES

A continuación se presentan los resultados obtenidos al someter los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6 a las condiciones mencionadas y discutidas en la sección 3.3 Descripción de los Experimentos.

Las concentraciones con las que se trabajan las diferentes sustancias son:

- Acido clorhídrico e Hidróxido de sodio, ambos 0.1 Normal, con valores de pH de 1.0 y 13, respectivamente, fueron utilizados para la determinación de la estabilidad de los colorantes a diferentes pH, cuyos valores son:
Para Rojo no. 5: 2.3, 3.0, 4.0, 6.5, 7.8, 8.6, y 9.2
Para Rojo no. 6: 2.0, 3.3, 5.5, 6.9, 8.4, y 9.5. (Tablas I-A y I-B).
- Acido cítrico al 0.5 y 5.0% para ambos colorantes (Tabla II).
- Acido Acético al 1.0 y 5.0% para ambos colorantes (Tabla III).
- Acido Ascórbico al 0.5, 2.5 y 5.0% para ambos colorantes (Tabla IV).
- Benzoato de Sodio al 0.5, 2.5 y 5.0% para ambos colorantes (Tabla V).
- Metabisulfito de sodio a 100 y 250 ppm para ambos colorantes (Tabla VI).
- Hipoclorito de sodio a 2.5 y 5.0 ppm para ambos colorantes (Tabla VII).

- Glucosa al 10%, sacarosa al 10% y glucosa al 10% con ácido cítrico al 2.5% para ambos colorantes (Tabla VIII).
- Sulfato de cobre a 10 y 100 ppm para ambos colorantes (Sin Tabla).
- Cloruro férrico a 10 ppm para ambos colorantes (Tabla XI).
- Cloruro de calcio a 10 y 100 ppm para ambos colorantes (Tabla XII).

En el caso de las pruebas en las que los colorantes son expuestos a la luz solar y a una temperatura de 50-60° C las soluciones presentan la misma concentración que los patrones (0.002% para Rojo no. 5 y 0.00175% para Rojo no. 6), (Tablas IX y X).

En cuanto a las tablas de solubilidad de los colorantes (Tablas XIII a XX), éstas son tomadas de la literatura, proporcionadas por Pigmentos y Oxidos S.A. (Certigramas de Solubilidad de Rojo no. 5 y Rojo no. 6).

4.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

DIFERENTES VALORES DE pH

Rojo no. 5: El Rojo no. 5 demostró tener más estabilidad en medio ácido. Parece ser que el punto de máxima estabilidad es a un pH de 3.0 (absorbancia alta), en el cual no se registró cambio en los días 0, 7 y 14. (Gráficas - 679, 677 y 722).

A valores de pH cercanos a 7, hay un aumento de la absorbancia en función del tiempo. En general el Rojo no. 5 es estable a los cambios de pH.

Rojo no. 6: El punto de máxima estabilidad del Rojo no. 6

parece localizarse en un pH de 5.5, donde la absorbancia se mantuvo constante, aunque fué la absorbancia mínima registrada.

A un pH de 6.5 la intensidad del color es máxima y su estabilidad alta, ya que su variación es de 0.02 unidades de absorbancia. En general es más estable a los cambios de pH que el Rojo no. 6. (Gráficas 670, 690 y 697).

ACIDO CITRICO

Rojo no. 5: La absorbancia disminuye al aumentar la concentración de ácido cítrico, así como con el tiempo, pero la disminución es ligera. (Gráficas 755, 698 y 711).

Rojo no. 6: La adición de ácido cítrico en general tuvo un efecto favorable, en especial a una concentración de 0.5%, donde hubo mayor incremento en la absorbancia del colorante. El efecto de aumento en la absorbancia del Rojo no. 6 con respecto al patrón fué disminuyendo con el tiempo. (Gráficas 699, 712 y 757).

ACIDO ACETICO

Rojo no. 5: Con ambas concentraciones (1.0 y 5.0%) la absorbancia es similar y ligeramente superior a la del patrón, sin embargo la lectura del día 14 es menor a la del patrón. (Gráficas 816, 831 y 848).

Rojo no. 6: No es posible cuantificar las lecturas, ya que todas son superiores a la unidad. (Gráficas 817, 833 y 847).

ACIDO ASCORBICO

Rajo no. 5 y Rajo no. 6: A mayor tiempo y concentración de ácido ascórbico se observa menor absorbancia. El efecto del ácido ascórbico sobre ambos colorantes es notablemente desfavorable, llegando a presentar una disminución del 97.6 % en la absorbancia del R no. 5 y 79.2% en el caso del Rajo no. 6. (Gráficas Rajo no. 5: 691, 698 y 733, Rajo no. 6: 692, 699 y 736).

BENZOATO DE SODIO

Rajo no. 5: La adición de benzoato de sodio al Rajo no. 5 provoca un aumento de absorbancia con respecto al patrón. Este efecto disminuye ligeramente con el tiempo, sin embargo el efecto global es favorable a la intensidad de la coloración de la sustancia. Gráficas 709, 749 y 775).

Rajo no. 6: La adición de benzoato de sodio ocasiona un aumento de la absorbancia con respecto al patrón, efecto que disminuye con el tiempo, pero aún a los 14 días la absorbancia se mantiene superior a la del patrón. (Gráficas 707, 747 y 776).

METABISULFITO DE SODIO

Rajo no. 5: El efecto de la adición de 100 y 250 ppm de metabisulfito es en ambos casos un ligero aumento de la absorbancia, que se considera estable en el tiempo. (Gráficas 691, 730 y 769).

Rajo no. 6: El efecto es muy similar al que se observa con el Rajo no. 5. Hay también un ligero aumento de la absorbancia, estable en el tiempo. (Gráficas 690, 729 y 768).

HIPOCLORITO DE SODIO

Rojo no. 5: Hay un inmediato y notorio abatimiento de la absorbancia conforme aumenta la concentración de cloro adicionado, así como al avanzar el tiempo. (Gráficas 938, 954 y 957):

Rojo no. 6: El efecto es opuesto al que se observa en el Rojo no. 5. Hay un aumento en la absorbancia, que conduce a lecturas mayores a la unidad. (Gráficas 837, 853 y 856).

GLUCOSA

Rojo no. 5: No hay un cambio inmediato en la absorbancia, sin embargo con el tiempo se presenta una disminución de la intensidad (posiblemente por acción de microorganismos). (Gráficas 702, 744 y 774).

Rojo no. 6: No hay efecto inmediato por adición de glucosa, pero con el tiempo sí se presenta una disminución de la absorbancia (posiblemente por acción de microorganismos). (Gráficas 703, 746 y 773).

SACAROSA

Rojo no. 5 y 6: Se observa una disminución de la absorbancia, tan ligera que se considera despreciable. Sólo hasta el día 14 se presenta una disminución considerable en la absorbancia (posiblemente por acción de microorganismos). (Gráficas Rojo no. 5: 702, 744 y 774, Rojo no. 6: 703, 746 y 773).

GLUCOSA CON ACIDO CITRICO

Rojo no. 5 y 6: No se considera que hay efecto inmediato

en el colorante; sólo con el tiempo la absorbancia disminuye gradualmente en una forma ligera. (Gráficas Rojo no. 5: 702, 744 y 774; Rojo no. 6: 703, 746 y 773).

EXPOSICION A LA LUZ SOLAR

Rojo no. 5: la absorbancia disminuyó en el día 7 y aumentó en el día 14, por lo que se considera que el colorante tiene una mediocre estabilidad a la luz solar. (Gráficas 683 y 745).

Rojo no. 6: la absorbancia aumenta en el día 7 y disminuye en el día 14. Ambos colorantes pueden presentar sensibilidad fotoquímica. (Gráficas 673 y 713).

EXPOSICION A 50-60°C

Rojo no. 5: las lecturas obtenidas son superiores a la unidad. Dicho colorante muestra ser inestable a estas temperaturas. (Gráficas 700 y 735).

Rojo no. 6: las lecturas muestran una notable disminución de la absorbancia. No hay estabilidad del Rojo no. 6 a esta temperatura. (Gráficas 701 y 734).

ELDRURO FERRICO

Rojo no. 5: se observa una ligera disminución en la intensidad del color, que se incrementa a los 7 días y a los 14 días la lectura no varía. Esto puede explicarse por la formación de un complejo. (Gráficas 814, 832 y 849).

Rojo no. 6: hay un notable aumento en la absorbancia del

Rojo no. 6, debido a la reacción con el ión férrico (el primer día la lectura es mayor a la unidad). Posteriormente la absorbancia desciende, conservándose superior a la del patrón. (Gráficas 813, 834 y 846).

CLORURO DE CALCIO

Rojo no. 5: hay una pequeña disminución de la absorbancia del colorante, que es más notoria al aumentar la concentración, y que se considera estable al pasar el tiempo. (Gráficas 795, 796 y 807).

Rojo no. 6: hay un notable aumento en la intensidad del color, tanto que la mayoría de las lecturas obtenidas son mayores a la unidad, y, por lo tanto, no cuantificables. (Gráficas 788, 798 y 809).

SULFATO DE COBRE

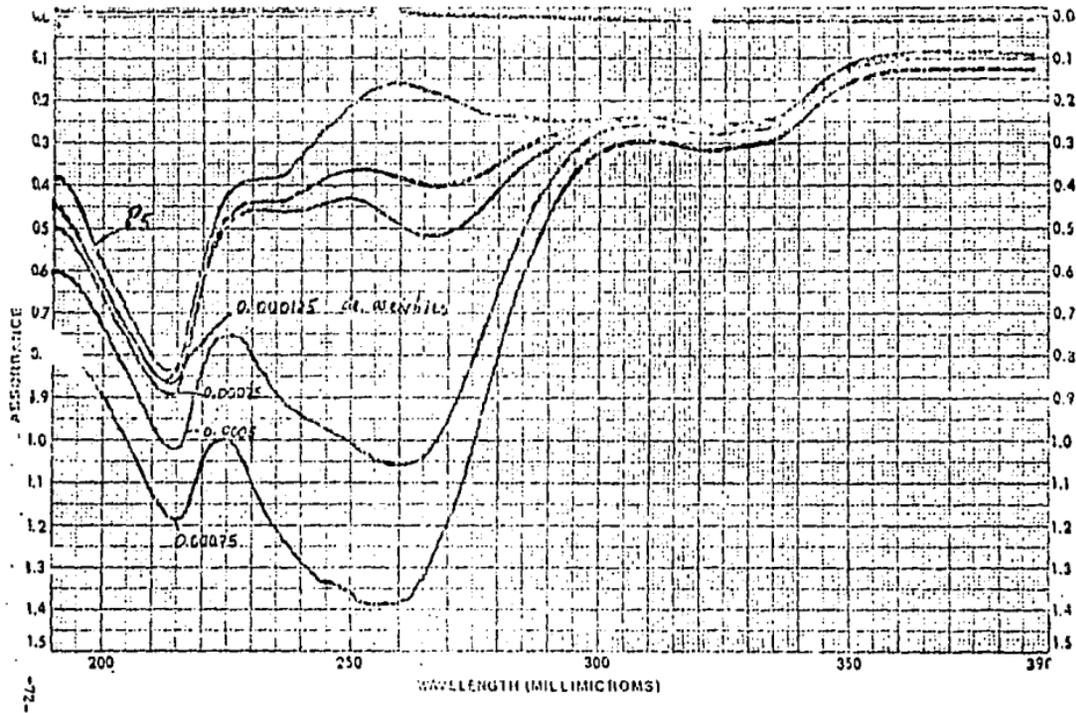
Rojo no. 5: se aprecia que el colorante sólo tiene una absorbancia a 520 nm igual a 0.94, y que las muestras a las que se adicionó 100 ppm presentan una absorbancia máxima de 0.37 y 0.39 respectivamente, a 460 nm, lo cual indica que hay un cambio de color, así como de longitud de onda y una notable disminución de la intensidad de absorción. Estos fenómenos se explican asumiendo que el cobre formó un complejo con el colorante, por lo cual desapareció del medio la banda característica de absorción del Rojo no. 5. (Gráficas 785, 795 y 806).

Rojo no. 6: se aprecia más resistencia a la precipitación ya que al agregar 10 ppm todavía se observa la presencia del colorante, y solamente con 100 ppm desaparece casi por

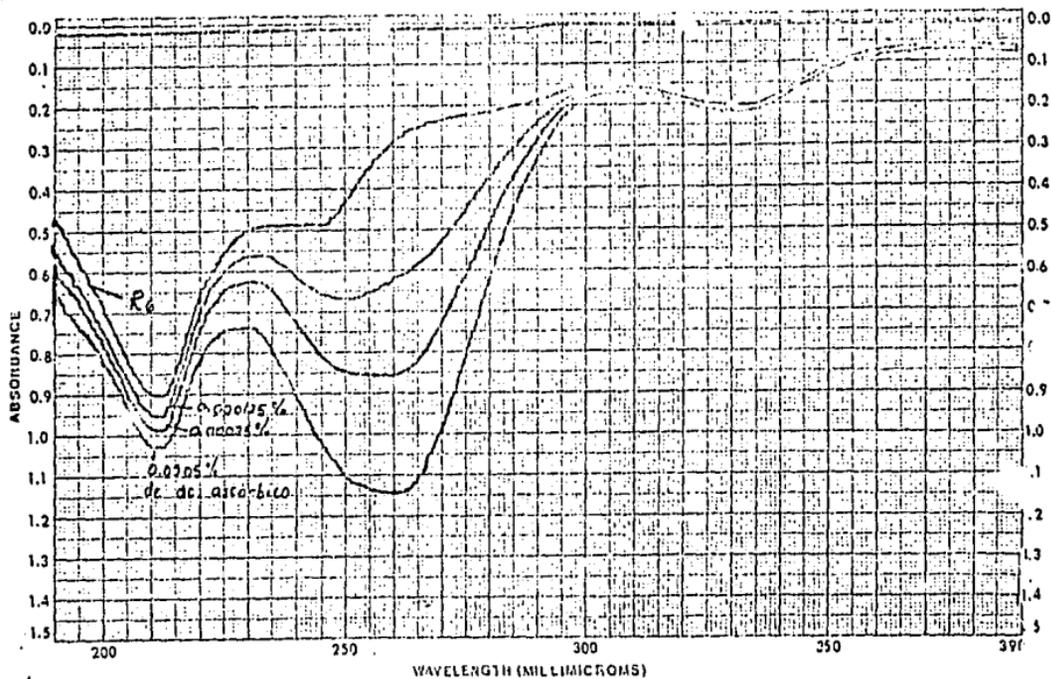
completo el color. (Gráficas 785, 795 y 806).

NOTA: En los resultados de cada prueba se anota las gráficas correspondientes. Esta numeración es la que se utiliza como control en el laboratorio donde se efectuaron los experimentos (Bufete Químico).

A continuación se anexan algunos de los espectros más representativos, de un total de 70 gráficas obtenidas.



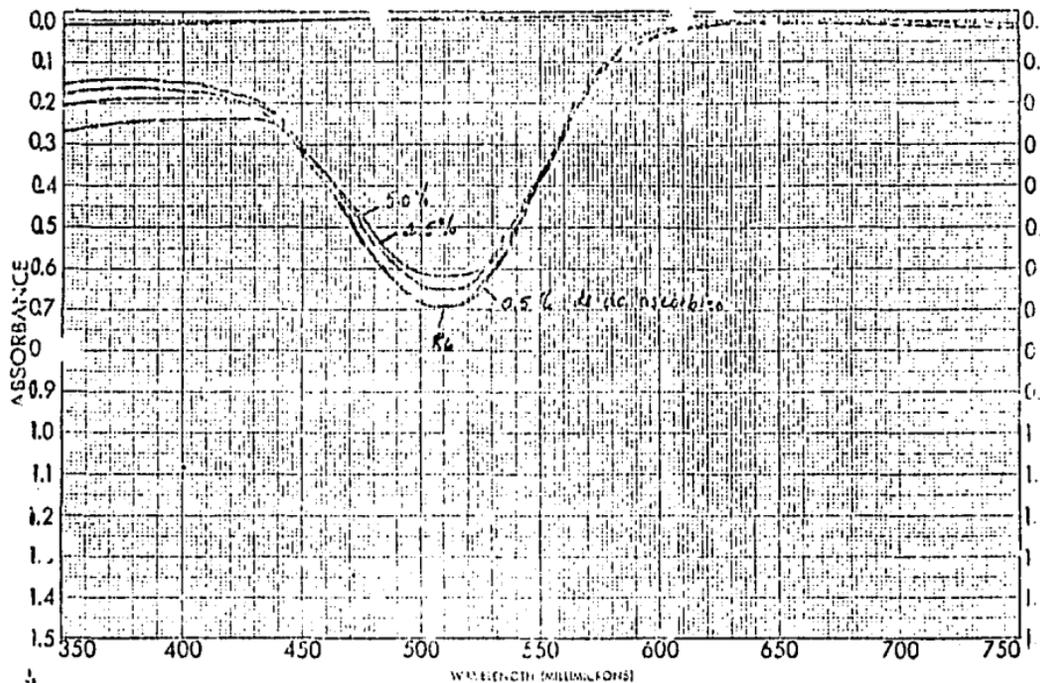
SAMPLE <i>kg 5</i>	CURVE No <i>57</i> CONC. <i>0.001%</i>	SCALE SPEED <i>fast</i> OPERATOR <i>WV</i> MIL <i>100</i> DATE <i>1/20/54</i>
ORIGIN <i>W + J</i>	CELL PATH <i>1 cm</i> REFERENCE <i>...</i>	REMARKS <i>0.00015, 0.00015, 0.00010, 0.00075, 0.00015%</i>



SAMPLE *Agio 6*
 ORIGIN *W + J*
 SOLVENT *aque*

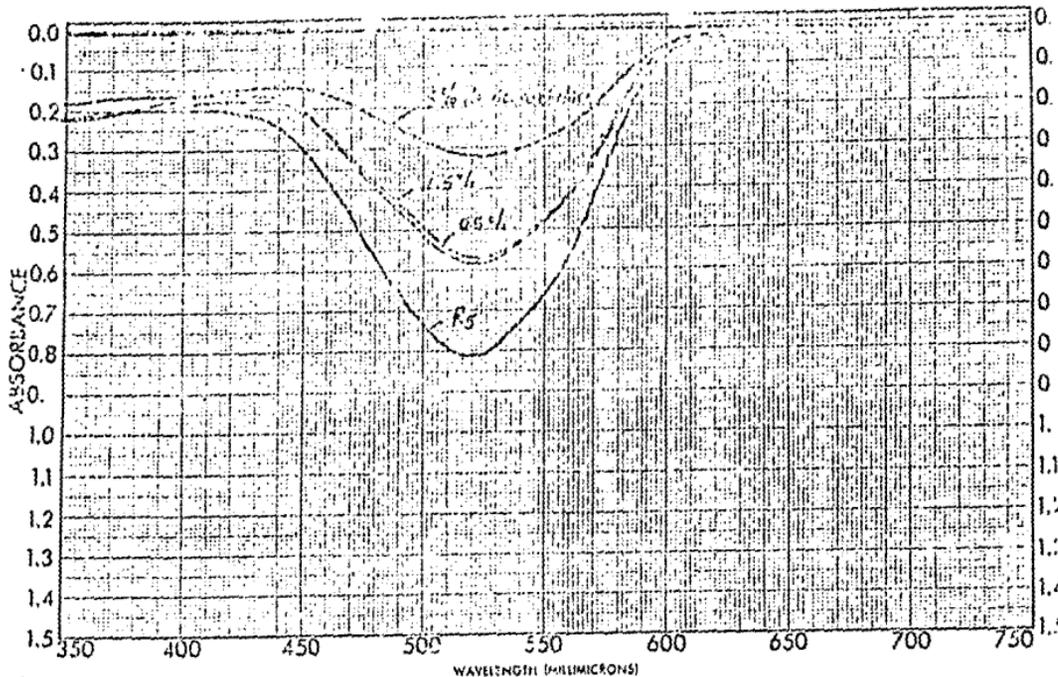
CURVE NO. *68*
 CONC. *0.25%*
 CELL PATH *10mm*
 REFERENCE *aque*

SCAN SPEED *fast* *RECTOR IV*
 SHUT *TO* *initially.*
 REMARKS *ascorbico 0.3005%, 0.0003%, 0.0005%*

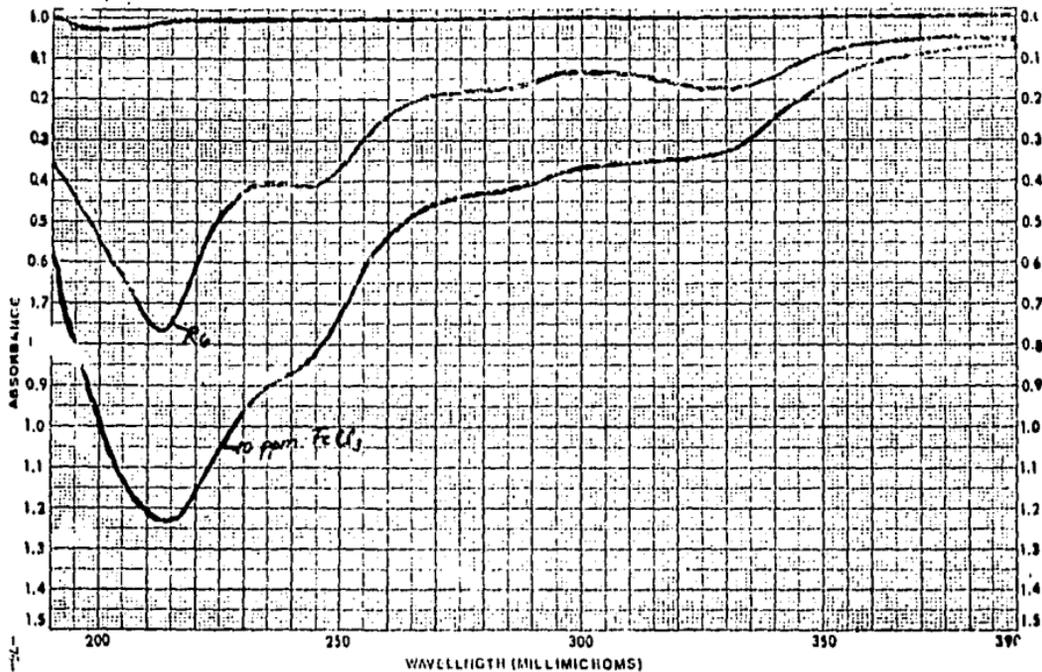


SAMPLE <u>10/1 U</u>	CURVE NO <u>691</u>	SCAN SPEED <u>fast</u>	OPERATOR <u>MCH</u>
	CONC <u>0.25%</u>	SPLIT <u>1/2</u>	DATE <u>10/2/11</u>
OP. DIR <u>W.P.</u>	CELL PATH <u>1 cm</u>	REMARKS <u>con. 2.5% Acetone to sol.</u>	
SOLVENT <u>CH₂Cl₂</u>	REFERENCE <u>AgNO₃</u>	<u>0.3 2.5 4.5%</u>	

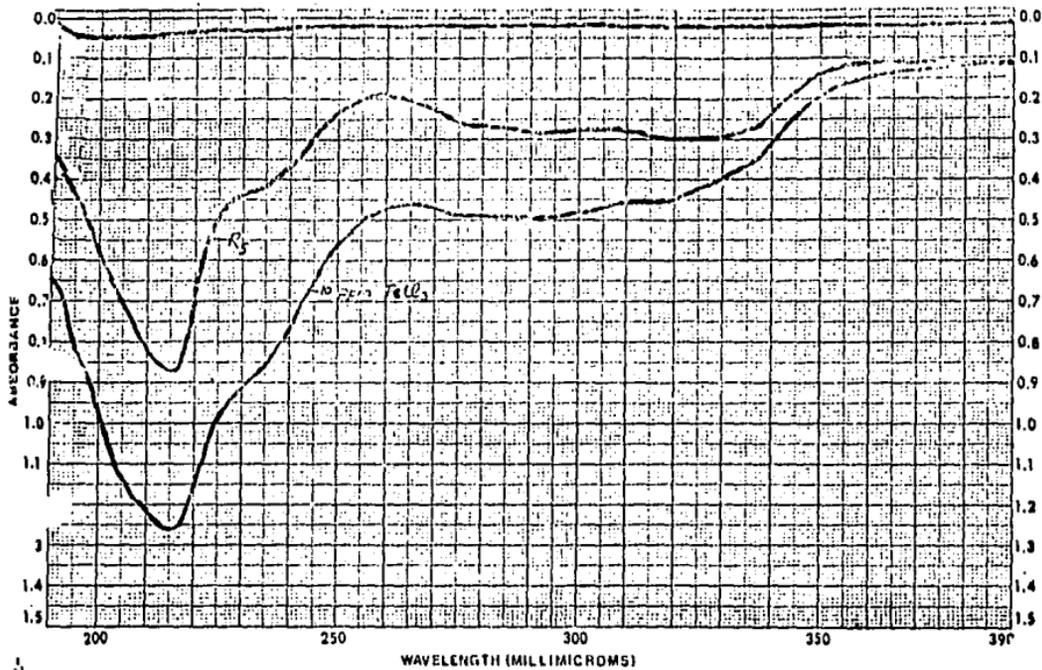
BUFETE QUINICO, S.A. ?



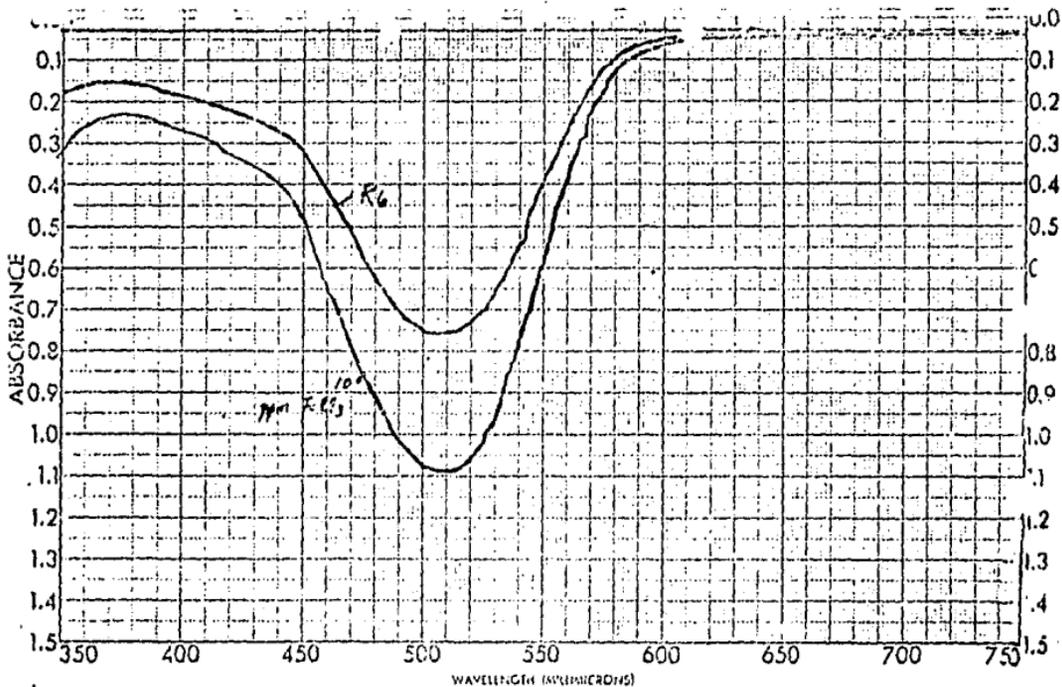
SAMPLE <u>RE</u>	CURVE NO. <u>473</u>	SCAN SPEED <u>fast</u>	OPERATOR <u>H21</u>
ORIGIN <u>W.S.</u>	CONC <u>0.002%</u>	SLIT <u>50</u>	DATE <u>10/11/61</u>
SOLVENT <u>DMF</u>	CELL PATH <u>1 cm</u>	REMARKS <u>OPK. CO. 4400000</u>	
	REFERENCE <u>R5</u>		<u>0.5 2.5 5%</u>



SAMPLE <i>Ego 6</i>	CURVE NO. <i>511</i>	SCAN SPEED. <i>fast</i>	OPERATOR <i>HER.</i>
CONC. <i>Wt. 9</i>	CONC. <i>0.0014</i>	CELL <i>150</i>	DATE <i>2/2/60</i>
SOLVENT <i>agua</i>	CELL PATH <i>1cm</i>	REFFERENCE <i>FeCl₃ 10 ppm - L4 21</i>	

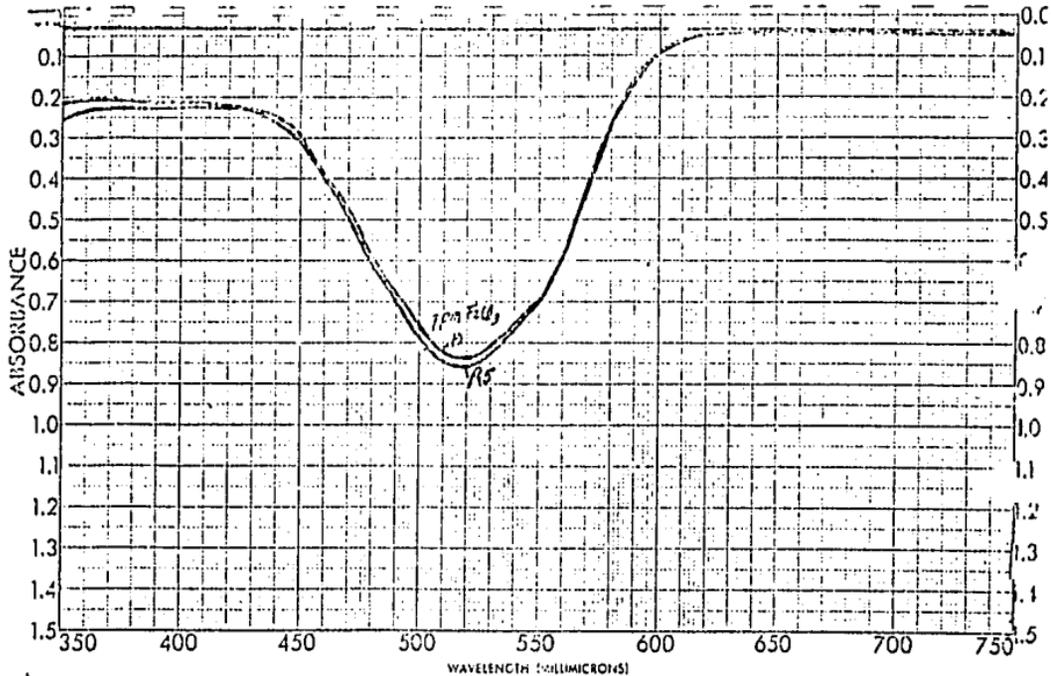


SAMPLE <i>Rejo 5</i>	CURVE No. <i>512</i>	SCAN SPEED <i>fast</i>	OPERATOR <i>1187</i>
ORIGIN <i>W & J.</i>	CONC. <i>0.001%</i>	SLIT <i>FOV</i>	DATE <i>2/1/51</i>
SOLVENT <i>agua</i>	CELL PATH <i>1cm</i>	REMARKS <i>FeCl₃ 10 ppm (ic'ls)</i>	
	REFERENCE <i>agua</i>		

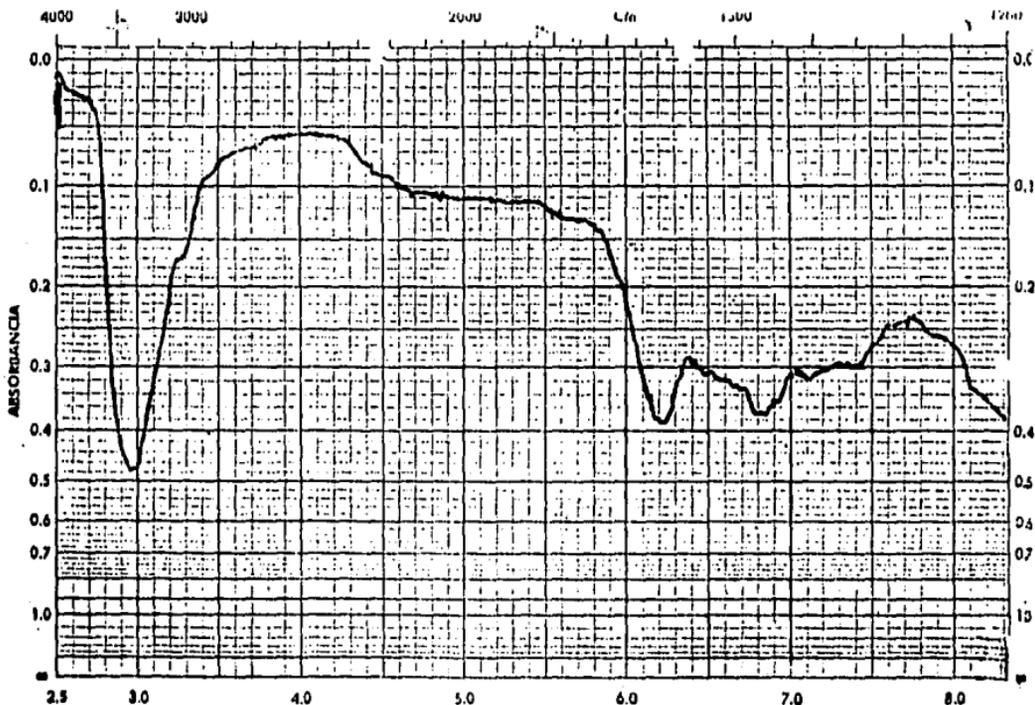


52

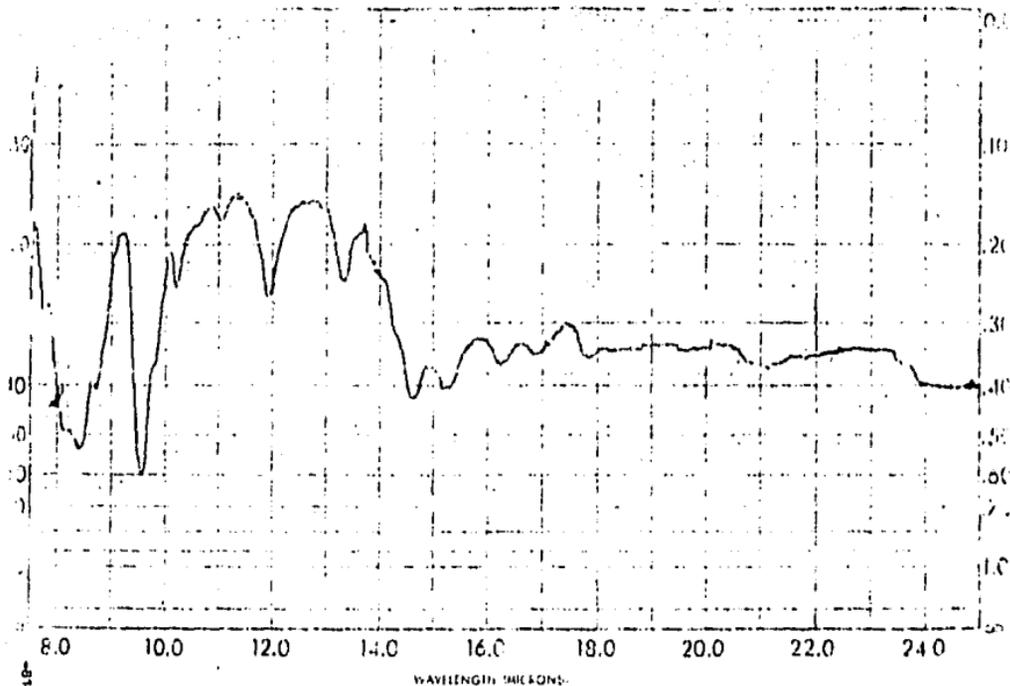
SAMPLE <u>R6</u>	CURVE NO. <u>31</u>	SCAN SPEED <u>fast</u>	OPERATOR <u>HRH</u>
ORIGIN <u>Wt. J</u>	CONC. <u>0.0012%</u>	S:IT <u>150</u>	DATE <u>2/2/61</u>
SOLVENT <u>water</u>	CELL PATH <u>1cm</u>	REMARKS <u>FeCl3 ppm</u>	
	REFERENCE <u>31</u>		



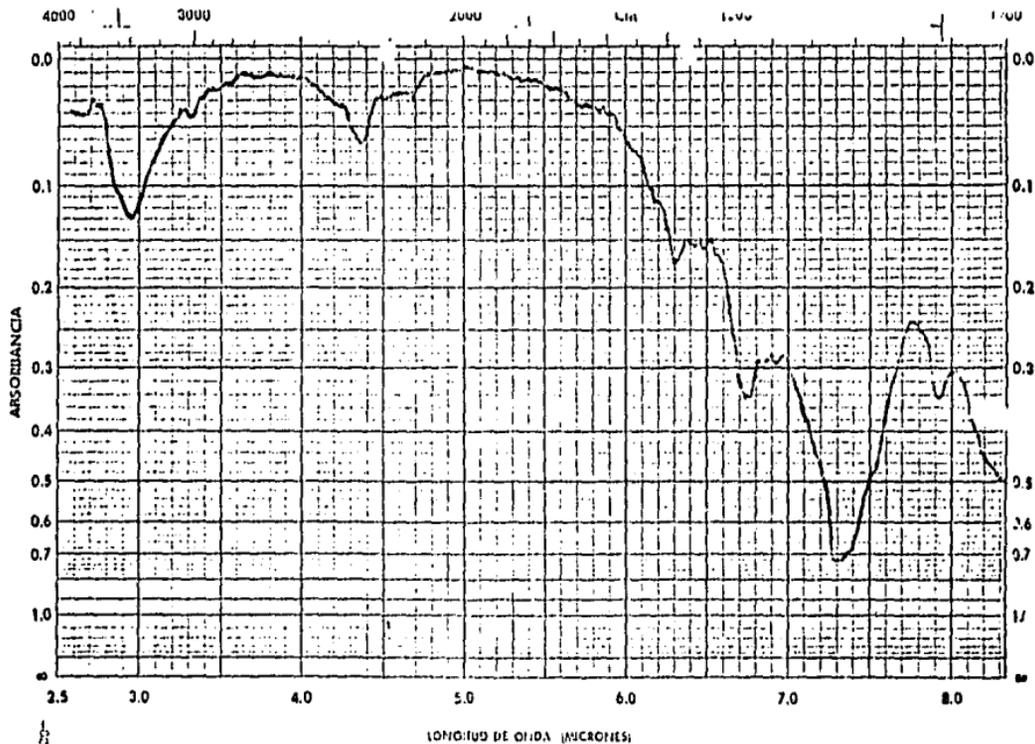
SAMPLE <u>Ej's 5</u>	CURVE NO. <u>811</u>	SCAN SPEED <u>100</u>	OPERATOR <u>HEH</u>
ORIGIN <u>W. L. J.</u>	CONC. <u>0.02%</u>	SUT. <u>130</u>	DATE <u>2/8/61</u>
SOLVENT <u>aq. soln.</u>	CELL PATH <u>1 cm</u>	REMARKS <u>Fild 10 ppm</u>	
	REFERENCE <u>aq. soln.</u>		



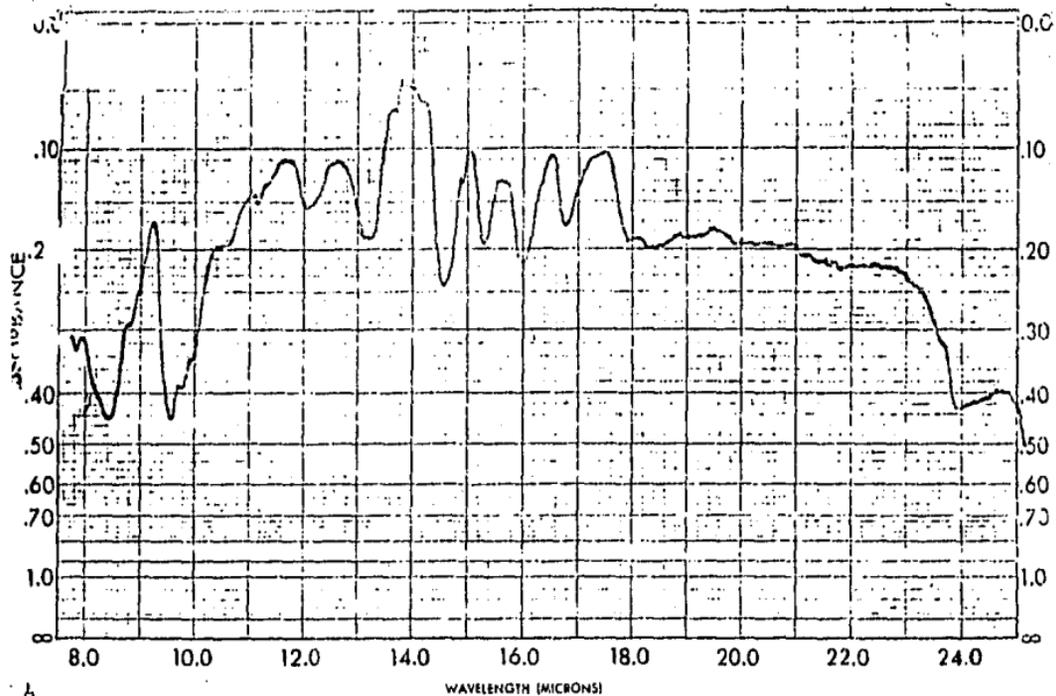
LONGITUD DE ONDA (MICROES)			
MUESTRA <i>Calacanta Rojo 6</i>	CUENZA No. <i>2579</i>	VELOCIDAD <i>rápida</i>	OPERADOR <i>BONE</i>
<i>W 57 de c.v.</i>	CONC. <i>pastilla de bromuro de potasio</i>	SIII <i>5.00</i>	FECHA <i>4/10/61</i>
TIPO: <i>dicata</i>	ESPEZ <i>1 - pastilla</i>	OBSERVACIONES	



SAMPLE: <i>toluene</i>	CURVE NO. <i>2527</i>	SCAN SPEED BY US	GENERATOR <i>GEN</i>
<i>10 + 5</i>	<i>CON. 1.00 x 10</i>	<i>N/A</i>	<i>DATE 12/21</i>
ORIGIN: <i>1000</i>	CELL PATH	REMARKS	
SOLVENT	REFERENCE		



MUESTRA.	<i>Coloant Bjs</i>	CURVATURA	<i>260°</i>	VELOCIDAD <i>fast</i>	OPERADOR	<i>LEH</i>	
ORIGEN	<i>W. J.</i>	CONDICION	<i>pastilla de KBr</i>	SLIT	<i>4H</i>	FECHA	<i>1.12.51</i>
		ESPEJO		OBSERVACIONES			



SAMPLE <u>Coloant Rep 5</u>	CURVE NO. <u>268</u>	SCAN SPEED <u>fast</u>	OPERATOR <u>HEV</u>
ORIGIN <u>W. J.</u>	CONC. _____	SLIT <u>4W</u>	DATE <u>1/2/51</u>
SOLVENT _____	CELL PATH _____	REMARKS _____	
	REFERENCE <u>Acetic Anhydride</u>		

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Para facilitar la exposición de las conclusiones de la parte experimental, éstas se condensan en la tabla XXI.

Se observó que a pesar de que los colorantes poseen estructuras similares, en numerosas ocasiones sus comportamientos fueron muy diferentes; por esta razón se analizan por separado Rojo no. 5 y Rojo no. 6, anotando en cada caso las recomendaciones que se consideran pertinentes en base a los resultados.

5.1 CONCLUSIONES RELATIVAS AL EFECTO DE DIFERENTES MEDIOS Y AGENTES SOBRE EL COLORANTE ROJO NO. 5

- pH: El Rojo no. 5 tolera cambios extremos de pH, sin degradación.
- Acidos variados: el comportamiento del Rojo no. 5 con diferentes ácidos es variable. El ácido cítrico y el ácido acético no afectan la estabilidad del colorante, mientras que el ácido ascórbico tiene un efecto desfavorable.
- Conservadores: los conservadores utilizados (benzoato de sodio y metabisulfito de sodio), intensificaron el color del Rojo no. 5, por lo cual se recomienda su empleo en combinación con el Rojo no. 5, ya que además de cumplir con la función de conservar el alimento, dan estabilidad al colorante.
- Hipoclorito de sodio: el efecto del hipoclorito de sodio sobre el Rojo no. 5 es francamente desfavorable, ya que provoca una notable disminución de la absorbancia y una

posible destrucción del colorante.

- Azúcares: en el caso de los azúcares se observa que su combinación con Rojo no. 5 no produce efectos apreciables y que su uso con ácido cítrico está condicionado a que sea de origen sintético y no natural, para evitar que haya descomposición debido a los restos de enzimas del proceso de obtención a partir de azúcares fermentados. Tampoco se recomienda el ácido cítrico extraído de frutos cítricos, ya que éste está combinado con ácido ascórbico, que degrada al Rojo no. 5.
- Luz Solar: no se recomienda el uso de Rojo no. 5 en productos expuestos directamente a la luz solar. Se sugiere que el empaque de los alimentos impida el paso de la luz, aún cuando el efecto de degradación es ligero.
- Temperatura: se observa que el colorante Rojo no. 5 es estable a temperaturas hasta de 60°C.
- Sales variadas: el comportamiento del Rojo no. 5 en presencia de diferentes sales es desfavorable. El efecto varía según el tipo de sal considerada. Así, con el cloruro de calcio y el cloruro férrico el colorante es poco estable. Con el sulfato de cobre el Rojo no. 5 es muy inestable, pues se forman complejos de otro color.

5.2 CONCLUSIONES RELATIVAS AL EFECTO DE DIFERENTES MEDIOS Y AGENTES SOBRE EL COLORANTE ROJO NO. 6

- pH: los resultados muestran que el reactivo es estable en un amplio dominio de pH, sin embargo la intensidad del color es máxima en valores cercanos a la neutralidad.
- Acidos variados: el Rojo no. 6 manifiesta comportamiento

variable según el ácido en cuestión. El efecto producido por el ácido cítrico y por el ácido acético es favorable, ya que aumenta la absorbancia, mientras que el ácido ascórbico es desfavorable al Rojo no. 6, pues disminuye la la absorbancia.

- Conservadores: El Rojo no. 6 presenta el mismo comportamiento que el observado en el Rojo no. 5 ante estas sustancias.
- Hipoclorito de sodio: el efecto que provoca el hipoclorito de sodio sobre Rojo no. 6 se traduce en un notable aumento en la intensidad del color, al contrario de lo ocurrido con el Rojo no. 5, por lo cual se considera favorable.
- Azúcares: las recomendaciones son las mismas que en el caso del colorante Rojo no. 5, ya que los efectos producidos no son apreciables.
- Luz Solar: se aprecia que el cambio en la intensidad es muy ligero, pero es más acusado en lo que se refiere a la estructura química del colorante, por lo cual no se recomienda la exposición del colorante a la luz solar.
- Temperatura: el efecto causado por un incremento de la temperatura en el intervalo de 50-60°C es muy desfavorable al colorante Rojo no. 6, ya que lo destruye.
- Sales variadas: las sustancias salinas utilizadas muestran que tanto el cloruro férrico como el cloruro de calcio no afectan al colorante, inclusive aumentan la intensidad del color. El sulfato de cobre, en forma opuesta, tiene un efecto muy negativo, ya que forma complejos.

A pesar de que las concentraciones utilizadas para

los experimentos realizados con los colorantes (0.002 para el Rojo no. 5 y 0.00175% para el Rojo no. 6) son más bajos que las normalmente usadas para alimentos (0.03% aproximadamente), se ha podido caracterizar el comportamiento físico-químico de los colorantes ante diferentes agentes y medios químicos presentes en los alimentos ya que se considera que se obtienen resultados similares.

Es recomendable efectuar pruebas de toxicidad de la mezcla del colorante con los diferentes agentes, puesto que pueden dar lugar a sustancias tóxicas.

A continuación se enumeran unas recomendaciones más concretas relativas al uso de los colorantes Rojo no. 5 y Rojo no. 6:

El Rojo no. 5 se recomienda para obtener tonos de color còla, chocolate, fresa, frambuesa y zarzamora. El colorante Rojo no. 6 se recomienda para obtener tonos de color fresa, frambuesa, cereza, ciruela y rubarbo (plantas cuyos peciòlos se utilizan en pastelería).

Es importante recordar que el ácido ascòrbico destruye el colorante por lo que se recomienda hacer pruebas al usar el colorante con dicho agente.

En cuanto a alimentos específicos, tanto el colorante Rojo no. 5 como el Rojo no. 6 se recomiendan para dulces, confituras, gelatinas, pudines, nieves, mermeladas, pastas, pastas, repostería, refrescos, salsas y vinos.

TABLA DE EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR DIFERENTES MEDIOS Y AGENTES SOBRE LOS COLORANTES ROJO NO. 5 Y ROJO NO. 6

	R5	R6
Medio ácido (pH 2 a 6)	-	-
Medio neutro (pH 6 a 8)	-	0
Medio básico (pH 3 a 10)	- -	0
Acido cítrico	0	+
Acido acético	0	+ + +
Acido ascórbico	- - -	- - -
Benzoato de sodio	+	+
Metabisulfito de sodio	+	0
Cloro	- - -	+ + +
Glucosa	-	0
Sacarosa	-	-
Glucosa y ác. cítrico	-	-
Exposición a la luz solar	0	0
Exposición a 50-60°C	+ + +	- - -
Cloruro férrico	- -	+ +
Cloruro de calcio	- -	+ + +
Sulfato de cobre	- - -	- - -

CLAVE	EFEECTO PRODUCIDO SOBRE COLORANTE	% VARIACION COLOR
+ + +	Muy favorable	12.6 en adelante
+ +	Favorable	7.6 a 12.5
+	Ligeramente favorable	2.6 a 7.5
0	Nulo o muy ligero	-2.5 a 2.5
-	Ligeramente desfavorable	-2.6 a -7.5
- -	Desfavorable	- 7.6 a -12.5
- - -	Muy desfavorable	-12.6 en adelante

TABLA XXI

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bonser, Georgiana M., Clayson, D.B. and Jull, J.W. (1966). "The Induction of Tumors of Subcutaneous Tissues, Liver and Intestine in the Mouse by Certain Dyestuffs and - their Intermediates", Br J. Cancer 10, 653.
- 2) British Standard 3342-1961.
- 3) Castells, J. y Camps, F., Elucidación Estructural de Compuestos Orgánicos por Métodos Espectroscópicos, Ed. Alhambra, 1970.
- 4) Certified Food Colors, Warner-Jenkinson Company, U.S.A., 1973.
- 5) "Colorante Orgánico-Sintético Rojo no. 5, Carmoisina", Warner-Jenkinson, S.A. de C.V., México, 1975.
- 6) "Colorante Orgánico-Sintético Rojo no. 6, Ponceau 4R", Warner-Jenkinson, S.A. de C.V., México, 1975.
- 7) Comunicación Personal. Ing. Germán Espinosa Chavarría, Bufete Químico, México D.F., 1984.
- 8) "Deutsche Forschungsgemeinschaft", Bad Godesberg, Federal Republic of Germany, Farbstoff Kommission (1957) Mitteilung 6.
- 9) Dixon, Richard N., Espectroscopía y Estructura, Ed. Alhambra, S.A., 1967.
- 10) "Especificaciones Para la Identificación y Pureza y Evaluación Toxicológica de Colorantes para Alimentos", FAO/WHO, Ginebra, Suiza, Diciembre de 1966.
- 11) Ewing, Galen W., Métodos Instrumentales de Análisis Químicos, McGraw-Hill de México, S.A. de C.V., de México, 1978.

- 12) Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos, Cuarta edición, S.S.A., México, 1974, Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos.
- 13) Fox, Brian A. and Cameron, Allan G., Food Science a Chemical Approach, Hodder and Stoughton, Great Britain, 1978.
- 14) Gaunt, I.F., Farmer, Madge and Grasso, P., "Acute - (Mouse and Rat) and Short-term (Rat) Toxicity Studies on Carmoisine". Fd Cosmet. Toxicology, Vol 5, pp 179-185, Pergamon Press 1967, Great Britain.
- 15) Gaunt, I.F. and Gangolli, S.D., "acute (Mouse and Rat) and Short-term (Rat) Toxicity Studies on Ponceau 4R", Fd Cosmet Toxicology., Vol 5, pp 187-194, Pergamon - Press, 1967, Great Britain.
- 16) Gaunt, I.F., and Gangolli, S.D., "Short-term Study on Carmoisine in the Miniature Pig", Fd Cosmet Toxicology Vol 7, pp 1-7, Pergamon Press, 1969, Great Britain.
- 17) Gaunt I.F. and Gangolli, S.D., "Short-term Toxicity Study on Ponceau 4R in the Pig", Fd Cosmet. Toxicology , Vol 7, pp 443-449, Pergamon Press, 1967, Great Britain.
- 18) Hart, F.L. y Fisher, N.J., Análisis Moderno de los Alimentos, Ed. Acribia, España, 1971, Capítulo XVIII.
- 19) Holmes, Patricia A., Pritchard, Alan B. and Kirschman, John C., "A One Year Feeding Study with Carmoisine in Rats", Toxicology, 10 (1978), pp 185-193, Elsevier/ - North Holland Scientific Publishers Ltd.
- 20) Holmes, Patricia A., Prichard, Alan B. and Kirschman, John C., "Multigeneration Reproduction Studies with Carmoisine in Rats", Toxicology, 10 (1978) pp 169-183, Elsevier/North Holland Scientific Publishers Ltd.

- 21) Mason, P.L., Gaun I.F., Butterworth, K.R., Hardy, J., Kies, Ida S. And Grasso, P., "Long-term Toxicity Studies of Carmoisine in Mice", Fd. Cosmet. Toxicol., Vol 12, pp 601-607, Pergamon Press 1974, Great Britain.
- 22) Merck Index, Novena Edición, Merck & Co Inc., U.S.A., 1976.
- 23) Morrison, R.T. y Boyd, R.N., Química Orgánica, Fondo Educativo Interamericano, México, 1976, Capítulo XXIII.
- 24) "Normas de Identidad y Pureza para Aditivos Alimentarios", Vol. II, FAO, 1963.
- 25) Dthmer y Kirk, Enciclopedia Tecnológica de Química, Tomo V, México 1975.
- 26) Publicación de la Dirección General de Normas, S.S.A., "Carmoisine (R no. 5) y Ponceau 4R (R no. 6)", México, D.F., Diciembre de 1975.
- 27) Ryan, A.J. y Wright, S.E., (1961), "The excretion of some Azo Dyes in Rat Bile", J. Pharm. Pharmac., 13, - 492.
- 28) Valadez Villar, Antonio, Et all, "Pigmentos de Tuna Cardona (Opuntia Streptacantha L.) como posibles Colorantes Alimentarios", Tesis (UNAM, ULSA), México, 1980.
- 29) Venkataraman, K., The Chemistry of Synthetic Dyes, New York, Academic Press, 1952-1970.
- 30) Warner-Jenkinson, Archivo, (datos sobre concentración y pureza de los colorantes R no. 5 y Rojo no. 6), Hacienda de la Gavia no. 35, Echegaray, Edo. de México.