



Colorantes artificiales en alimentos Synthetic dyes in food stuff

José Luis Belmonte Vázquez,* Ismael Javier Arroyo Córdoba,* Miguel A. Vázquez Guevara, David Cruz Cruz, Eduardo Peña Cabrera.

Departamento de Química, Universidad de Guanajuato, Col. Noria Alta, S/N, Guanajuato Gto. 36050, México.

*e-mail: jl.belmontevazquez@ugto.mx, ij.arroyocordoba@ugto.mx

Abstract

In this article the description of 10 most useful synthetic dyes as additive in food industry is presented. The definition of additive is given by the FDA (Food and Drug Administration), it refers to any reagent, dye, pigment or any other substance that could impart color to food, cosmetics, drugs or human body. Dyes are additives of great importance and give information about the product that is relevant to consumers, as product maturity or freshness. The color of foodstuff can dictate if the product can be successful in the market or is doomed to failure.

Key words: Dye, IDA, FDA, EFSA

Resumen

En este artículo se presenta la descripción de los 10 colorantes sintéticos más utilizados como aditivo en la industria alimenticia. La definición actual de aditivo está dada por la FDA (Food and Drug Administration), y refiere a cualquier sustancia química, colorante, pigmento u otra sustancia que pueda impartir color a la comida, cosméticos, drogas o cuerpo humano. Los colorantes son aditivos de gran importancia que le confiere a los productos información relevante para el consumidor, como madurez del producto o frescura. El color en un alimento puede dictar si un producto será exitoso en el mercado o está destinado al fracaso.

Palabras clave: Colorante, IDA, FDA, EFSA



Introducción

¿Cuántas veces hemos elegido la comida en primera instancia solo por el color?

Pues esto es más común de lo que pudiera pensarse, ya que el color en la comida juega un papel muy importante al ser tomado en cuenta por el consumidor.

¿Pero qué es un colorante?

Según la FDA, colorante o pigmento, es cualquier sustancia química obtenida por síntesis o artefacto similar, extraída o derivada, con o sin intermediarios del cambio final de identidad, a partir de un vegetal, animal, mineral u otra fuente que imparte color a la comida, medicamentos o cosméticos, es decir, es capaz de impartir color por sí misma.¹ Si es natural también se les conoce como pigmentos y a los sintéticos como colorantes y lacas.

La comida posee color, debido a la capacidad de reflejar o emitir diferentes cantidades de energía a longitudes de onda capaces de estimular la retina (en los ojos).²

Al momento de elegir un alimento, las características que tomamos en cuenta son potenciadas por el color, pues el color se asocia a la madurez de una fruta, a su sabor, calidad, frescura e incluso al contenido en nutrientes. Todo esto está basado en experiencias previas, por lo general los alimentos que consideramos óptimos para su consumo, muestran colores que sugieren un buen sabor, el punto de madurez adecuado o si el producto se elaboró recientemente.

Los colorantes son añadidos a los alimentos por varias razones, por ejemplo, para recuperar el color perdido durante el procesamiento de los alimentos (luz, calor, acidez, etc.), para mejorar el color remanente después del procesamiento, para colorear el alimento de un color diferente al inicial y/o para minimizar diferencias entre lote y lote de producción. En muchos casos un buen proceso de coloreado puede llegar a condicionar si el producto gozará de éxito o será un rotundo fracaso comercial.³

Los colorantes se pueden dividir en 2 grandes grupos.

- Colorantes naturales
- Colorantes artificiales

Para el caso de los colorantes naturales, al ser considerados inocuos, éstos se pueden usar indiscriminadamente y su uso depende principalmente de las buenas prácticas de manufactura.⁴

La situación con los colorantes artificiales es diferente. Éstos requieren de una certificación en la cual se estipulan especificaciones que se deben cumplir para poder utilizarlos. Dichas certificaciones son generadas por diversas autoridades sanitarias y expertos. Antes de aprobar cualquier aditivo, se analizan los datos que existen sobre los efectos en el consumo del colorante, de esta forma es posible definir una Ingesta Diaria Admisible (IDA) con un



amplio margen de seguridad. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la IDA no siempre es válida para bebés y que puede ser revisada y corregida en función de nuevos estudios científicos que hayan demostrado que la IDA actual puede poner en riesgo la salud pública.

Las autoridades que marcan la línea en normativas de uso de aditivos alimentarios, son la FDA (Food and Drug Administration) en EE.UU y la EFSA (European Food Safety Authority) en la Unión Europea. Sin embargo, existen países que difieren con respecto a lo sugerido por estas organizaciones y al final cada país decide que aprobar o prohibir.⁵

Los colorantes que cuentan con certificación son los azoicos que representan un 31% de ventas mundiales. Como su nombre lo indica, poseen un grupo cromóforo $-N=N-$, siendo su estructura de mono, di o triazo. Con ellos se pueden generar casi todos los colores. Entre los más utilizados están el amarillo 5 (Tartracina), amarillo 6 (Amarillo crepúsculo), rojo 2 (Amaranto), Rojo 40 (Rojo alura), y Rojo 3 (Erotrósina). El otro grupo que cuenta con certificación son las antraquinonas. Éstas poseen un 22% de ventas mundiales. Entre su estructura podemos encontrar grupos carbonilos (uno o más) con sistemas de anillos conjugados.⁶

La unión europea ha asignado a los aditivos un número que puede ser de 3 a 4 cifras precedido de la letra E (Europa), esto con el fin de permitir el libre comercio entre países. Con esto se logra identificarlos y conocer su función, para los colorantes se les asignó la E1. Tal nomenclatura permite sustituir palabras por cifras, y permite reconocer de manera concisa a los colorantes, independientemente del idioma utilizado en la etiqueta.⁷

Hoy en día existe una gran preocupación con respecto a la seguridad en el uso de los colorantes sintéticos. Debido a esto, se han realizado numerosos estudios que intentan mostrar un panorama general sobre el efecto a la salud que estos producen. A muchos de estos colorantes se les atribuyen perturbaciones en el comportamiento de los niños. Esto no se ha podido comprobar debido a que en muchos casos se consumen mezclas de colorantes, y no se sabe si el efecto es de algún colorante en particular. Sin embargo, tales hechos han generado que su uso en alimentos se limite cada vez más.

A continuación se presentan los 10 colorantes sintéticos más utilizados en la industria alimenticia, además de algunas características como IDA, información toxicológica (si existe) y algunas generalidades.

Rojo 2G (E128)

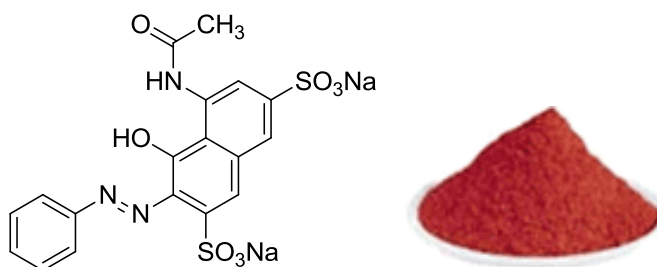


Figura 1. Estructura y color de Rojo 2G



El colorante Rojo 2G (Figura 1)⁸ es generalmente utilizado en productos cárnicos embutidos como lo son salchichas, jamones, carne de hamburguesa, cereales y en algunas bebidas.⁷ En 2007 la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) re-evaluó el colorante y emitió un reporte en cual se indica que su uso podría significar un riesgo para la salud. Sin embargo, los estudios en animales no mostraron evidencia de ser carcinogénicos por lo cual se estableció una ingesta diaria admisible de 0.1 mg por kg de peso corporal. Ahora bien, estudios recientes indican que el metabolito principal en el Rojo 2G es la anilina, compuesto para el cual se han observado efectos genotóxicos y carcinógenos en roedores expuestos a altas dosis de la misma. La Comisión Europea prohibió su uso como colorante en 2007 adoptando el reglamento (CE) No 884/2007.⁹ Varios países han prohibido el uso del colorante rojo 2G entre los que se encuentran Estados Unidos, Canadá, Japón, Australia, Nueva Zelanda, Alemania, China y Singapur.¹⁰

Azul Brillante FCP (E133)

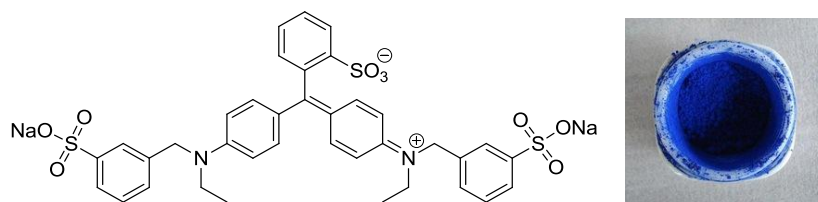


Figura 2. Estructura y color del Azul Brillante

El Azul Brillante FCF¹¹ (Figura 2) es un colorante que se produce en dos grados: grado reactivo y grado alimenticio. El grado reactivo se emplea como limpiador de excusados y estanques, para teñir papel, como marcador en productos agrícolas, tintas y como colorante textil. El Azul Brillante FCF grado alimenticio tiene varios usos, entre los que se encuentran: pasteles, confitería, comida para perros, bebidas, fármacos, repostería y helados. Desde que el Azul Brillante FCF ha sido utilizado como colorante en comida, se han reportado muchos estudios de su toxicidad. Todos los estudios indican que el colorante tiene una baja toxicidad crónica. Sin embargo se reportaron efectos adversos en concentraciones dietéticas al 5% (de su peso) para ratas macho y 2% para ratas hembras. Basados en estos resultados, la FDA lo incluyó como colorante permitido en comida, fármacos y cosméticos, excepto aquellos que se utilizan alrededor de los ojos (Registro Federal 1982,1988). Se estableció para la ingesta diaria de este colorante 12 mg por kg de peso. Se encontró también que peces, ratas y perros no bioacumulan este colorante por lo cual se concluye que no es genotóxico.¹² Con respecto a este colorante el único país que ha prohibido su uso es China.¹⁰

Indigotina B2 (E132)

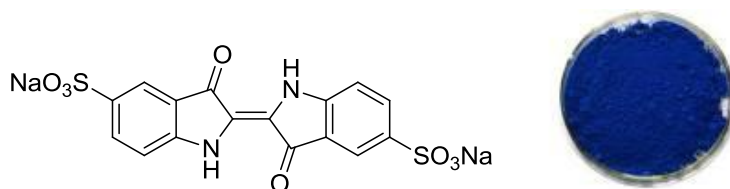




Figura 3. Estructura y color de la Indigotina

El colorante Indigotina B2 o Carmín de Índigo (Figura 3)¹³ es utilizado a nivel industrial en gomas de mascar, decoraciones y recubrimientos alimentarios, bebidas con aroma excepto leches de chocolate, y algunos vinos tintos. Con respecto a la toxicidad del colorante, en 2014 se llevó a cabo una re-evaluación por parte de la EFSA. En dicho estudio concluyen que no se encontraron efectos nocivos respecto a la toxicidad crónica siempre y cuando éste contenga aproximadamente 93% de colorante puro y 7% de volátiles. Se considera que la cantidad permitida para ingesta diaria es de 5 mg por kg al día (para un material con la pureza antes mencionada). Ahora bien, si el colorante fue obtenido en un proceso diferente al reportado estas indicaciones tendrán que ser valoradas nuevamente.¹⁴ Con respecto a este colorante el único país que ha prohibido su uso es China.¹⁰

Verde Rápido FCF (E143)

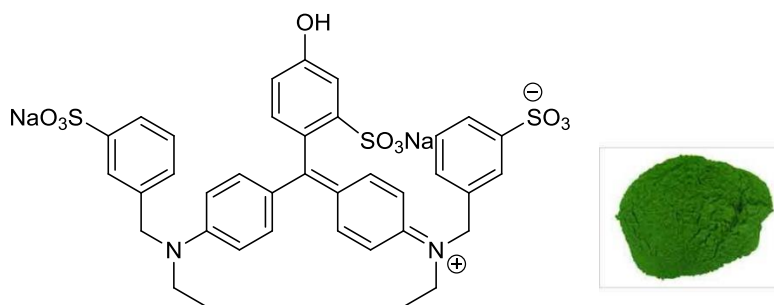


Figura 5. Estructura y color del Verde Rápido FCF

El colorante Verde Rápido (Figura 5)¹⁵ también conocido como Verde No. 3, es un colorante que se encuentra principalmente en forma de polvo o cristales verdes, es soluble tanto en agua como glicerina y propilenglicol. Su estabilidad se ve comprometida a diferente pH, exposición a la luz y temperatura. Se emplea frecuentemente en productos lácteos, postres basados en grasas, mermeladas basadas en frutas, dulces de frutas, preparaciones de fruta incluyendo pulpas, leches de coco, purés, revestimientos de frutas, cereales, repostería, pastas y salsas emulsionadas como: mayonesa y cremas para ensaladas.¹⁶ Los países que han prohibido su uso son Inglaterra, Francia, Irlanda, España, Australia, Nueva Zelanda, China y Singapur.¹⁰

Eritrosina (E127)

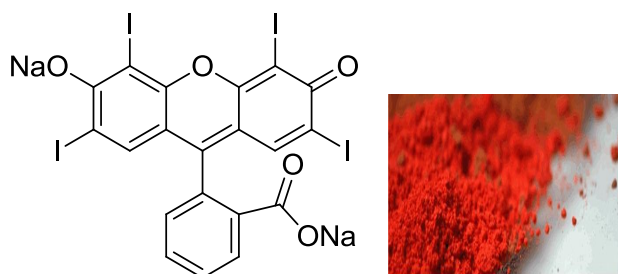




Figura 7. Estructura y color de la Eritrosina

El colorante Eritrocina (Figura 7)¹⁷ también conocido como Rojo 3, es un colorante que comúnmente es utilizado en productos lácteos con sabor a fresa, mermeladas, carnes, caramelos, gomas de mascar, polvos para preparar bebidas, pasteles, helados, botanas y suplementos alimenticios.¹ En los 90's la FDA había prohibido parcialmente el uso de la Eritrosina al citar estudios en los que se encontró que altas dosis del colorante en ratas causa cáncer.¹⁸ En Junio del 2008, el Centro para la Ciencia del Interés Público (Center for Science in the Public Interest CSPI) realizó una petición a la FDA para que se prohibiera por completo el uso de la Eritrosina en los Estados Unidos sin tener éxito.¹⁹ En 2011, la EFSA realizó una re-evaluación de este colorante. Se estableció una ingesta diaria aceptable de 0.1 mg por kg corporal al día y concluyeron que de acuerdo a la información existente no era necesario revisar la IDA, ya que la ingesta diaria se estima para adultos alrededor de 0.0031 mg por kilogramo de peso corporal al día. Además, hacen notar que los estudios de toxicidad no muestran efectos en animales cuando se utilizan dosis de 500 mg por kg de peso corporal al día. Sin embargo, existen estudios que muestran que la Eritrosina puede afectar la fertilidad masculina en ratones con altas dosis (por encima de 2000 mg por kg de peso corporal al día).²⁰ Los países que han prohibido su uso como colorante en comidas son Alemania y China.¹⁰

Rojo Alura AC (E129)

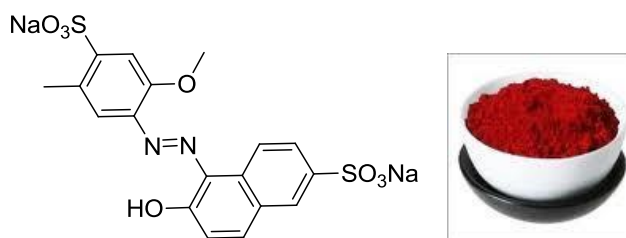


Figura 8. Estructura y color del Rojo Alura

Al colorante Rojo Alura AC (Figura 8)²¹ se le conoce también como Rojo 17 y Rojo 40. Este colorante es generalmente usado en bebidas no alcohólicas aromatizadas, bebidas carbonatadas, vinos, suplementos alimenticios líquidos, yogures, flanes, algodones de azúcar, salsas, emulsiones aceite/agua, productos cárnicos, golosinas, mermeladas y pastelería.¹ En 2009 se realizó la re-evaluación de este colorante por la EFSA, en la cual se concluye que la ingesta diaria aceptable es de 7 mg por kg al día. Sin embargo, en niños de 1 a 10 años la IDA puede ser de 1.2 a 8.5 mg por kg al día. Aún cuando se han reportado reacciones alérgicas como urticaria, asma y rinitis (la mayoría cuando se tomó el colorante Rojo Alura AC en combinación con otros colorantes), no se pudo concluir, con la poca evidencia científica disponible, que éstas alergias hayan sido causadas por el colorante Rojo Alura AC *per se*.

Se hace notar también, que la especificación para el colorante necesita ser actualizada con respecto a los porcentajes de material no contabilizado, como lo es el cloruro de sodio y/o



sulfato de sodio como los principales componentes no coloridos.²² Los países que han prohibido su uso como colorante en comida son Alemania, China y Singapur.¹⁰

Amaranto (E123)



Figura 9. Estructura y color del Amaranto

Al colorante Amaranto (Figura 9)²³ también se le conoce como colorante Rojo 2, Rojo 9, Rojo Naftol S, Rojo Azo, Bordeaux S, Rojo Rápido y Rojo 27. Es soluble en agua (aproximadamente 70 g por litro a temperatura ambiente), es insoluble en aceites vegetales, se puede encontrar en polvo o gránulos color rojo a café oscuro.²⁴ La especificación de pureza refiere a no menos del 85% de pureza, el 15% restante puede ser contado como cloruro de sodio o sulfato de sodio, pero eso no se menciona explícitamente. Este colorante es generalmente utilizado en vinos amargos, refrescos amargos, vinos de aperitivo incluidos los productos con menos de 15% de alcohol por volumen, huevas de pescado, helados, conservas, algunos alimentos enlatados y productos de confitería (de 0 a 20 mg/L y como máximo 25 a 30 mg/L). Después de evaluar los estudios toxicológicos existentes con respecto al colorante Amaranto, la EFSA estableció una ingesta diaria aceptable de 0.15 mg por kg de peso corporal al día. Se estima que la exposición de niños de 1 a 14 años es 30 veces menor que la IDA, sin embargo para los adultos se estima que la exposición al colorante puede ser hasta 6 veces la IDA. Se hace notar que la fuente que más contribuye a una alta exposición para los adultos fueron los vinos para aperitivos ya que éstos están hechos con los niveles máximos permitidos del colorante.²⁵ Los países que han prohibido su uso son Estados Unidos, Alemania, China y Singapur.¹⁰

Tartracina (E102)

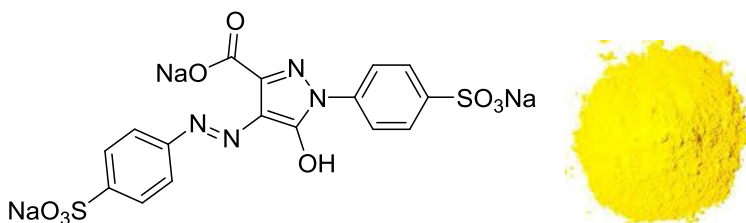


Figura 11. Estructura y color de la Tartracina



La tartracina o tartrazina es un colorante artificial que pertenece a la familia de los colorantes azoicos, esto por contener el grupo azo en su estructura. La FDA la designa como Amarillo 5. La tartracina puede ser encontrada en diferentes productos de repostería, helados, dulces, cereales de desayuno, gelatinas y bebidas tanto gaseosas como alcohólicas, energéticas e isotónicas. También se utilizan en productos farmacéuticos, cosméticos y comida para mascotas.

Aunque la tartracina puede ser sustituida por colorantes naturales como el achiote, la curcuma, el betacaroteno y el azafrán, su valor comercial aumenta al poder ser mezclada con otros colorantes artificiales como el Azul Brillante (E133) o el Verde S (E142) para generar diversas tonalidades verdosas.

El uso de este colorante se encuentra totalmente prohibido en Noruega. Mientras que la Agencia de Normas Alimentarias de Gran Bretaña (FSA, por sus siglas en inglés y equivalente a la FDA Norteamericana) ha desalentado su uso en la industria alimenticia. Sin embargo, su uso en Estados Unidos y en México es libre y amplio.

Desde 1959, cuando se describió un cuadro de urticaria debido al consumo de la tartracina,²⁶ se ha continuado su estudio sobre los efectos nocivos de este colorante en el organismo siendo los resultados obtenidos tan diferentes como controversiales. Así, de 11 estudios sobre su genotoxicidad,²⁷ solo 6 han concluido que dicho colorante es genotóxico.^{27f-k} A pesar de las discrepancias en cuanto a su toxicidad carcinogénica, se ha demostrado que existe una verdadera intolerancia a la tartracina con baja incidencia en la población (1 de cada 10,000). Esta intolerancia aumenta en personas sensibles a la aspirina.²⁸

También con resultados controversiales, se ha estipulado que la tartracina puede ocasionar cambios en el comportamiento de los infantes generando una conducta hiperactiva.²⁹ Debido a esto, si un alimento contiene este colorante en los países de la Unión Europea, por ley, el alimento debe de ir acompañado de una etiqueta advirtiendo sobre su presencia e incluyendo sus posibles efectos adversos. Por otro lado, la FDA recomienda solo consumir 5 mg por kg de peso corporal por día, lo que significa una ingesta de 150 mg al día para un niño de 30 kilogramos de peso.

Amarillo Crepúsculo FCF (E110)

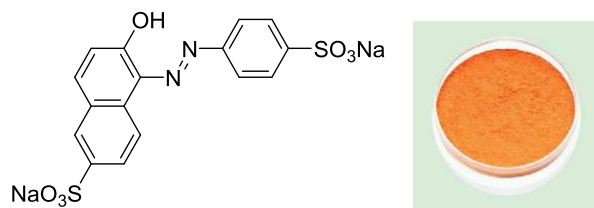


Figura 13. Estructura y color del Amarillo Crepúsculo

El Amarillo Crepúsculo o Amarillo Ocaso es un colorante sintético perteneciente a la familia de los colorantes azoicos. La FDA lo designa como Amarillo 6. Este colorante es utilizado en bebidas, cereales, postres, dulces, gelatinas y en cosméticos y medicinas. El



Amarillo Crepúsculo se utiliza en conjunto con el colorante “Amaranto” (denominado como E123 ó Rojo 2, no confundir con la semilla de amaranto) para generar la tonalidad café que se encuentra en los chocolates.

Su uso se encuentra prohibido en Noruega, Suecia y Finlandia. En Estados Unidos se encuentra permitido su uso en alimentos, cosméticos y bebidas, pero su ingesta diaria aceptable no debe ser superior a los 2.5 mg por kg corporal al día.

Al igual que el Amarillo de Quinoleína, el Amarillo Crepúsculo no ha mostrado efectos carcinogénicos o afecciones al organismo.³¹ Sin embargo, al igual que una serie de colorantes sintéticos, el Amarillo de Quinoleína puede generar reacciones alérgicas a las personas hipersensibles a la aspirina³² pero en menor medida que la Tartracina y el Amarillo de Quinoleína.³³

Al igual que la Tartrazina y el Amarillo de Quinoleína, el Amarillo Crepúsculo es señalado como posible causante en cambios de comportamiento en niños diagnosticados con el desorden de hiperactividad y déficit de atención. Pero, este estudio realizado por McCannet *al.*³⁰ se llevó a cabo al combinar una serie de colorantes y administrarlos junto al benzoato de sodio. De esta manera, no queda claro cuál de las sustancias administradas es la que en realidad provoca la reacción adversa.

El estudio de McCannet *al.* ha sido tan controvertido que la EFSA publicó una revisión de dicho artículo.³⁴ El panel científico designado llegó a la conclusión de que el estudio de McCann provee información limitada por lo que la información no se usa de manera adecuada.

Ponceau 4R (E124)

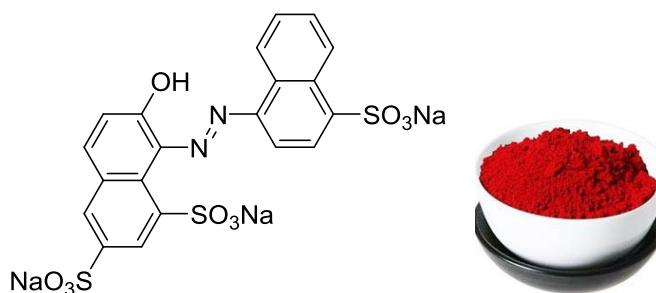


Figura 14. Estructura y color del Ponceau 4R

El colorante artificial Ponceau 4R (amapola en francés) forma parte de los colorantes azoicos. Es utilizado principalmente para darle el color rojo a las mermeladas de fresa, salsas y al salami. Es utilizado en Europa, Asia, Australia y ha sido vedado en los Estados Unidos.

Hasta el momento no existen evidencias sobre efectos carcinogénicos o adversos en el ser humano.³⁵ Sin embargo, puede generar reacciones alérgicas a las personas que son sensibles a la aspirina.³⁶ Al igual que sucede con la Tartrazina, el Amarillo Crepúsculo y el Amarillo de Quinoleína, el Ponceau 4R ha sido señalado como posible causante del cambio



en el comportamiento de niños con hiperactividad. Sin embargo, como se mencionó más arriba (en la descripción del amarillo crepúsculo), el estudio de McCann *et al.* -el cual concluye que “*existe una relación directa entre los colorantes artificiales y el incremento de la hiperactividad*”- es controversial y en el mejor de los casos presenta información limitada.³⁴

De lo que si se tiene conocimiento es que, debido al proceso de síntesis de este compuesto, es posible que las muestras comerciales de este colorante usadas en alimentos conlleven aluminio (de misma manera que sucede con el Amarillo de Quinoleina).³⁵ Como se mencionó anteriormente, el aluminio se acumula en el cerebro y se cree que aumenta el riesgo de padecer Alzheimer. Por lo tanto, se debe limitar la ingesta de aluminio en un 1 mg por kg de peso corporal a la semana, así, la ingesta diaria aconsejada para el colorante Ponceau 4R debe ser menor a 0.7 mg por kg de peso corporal al día.

Rosa de Bengala

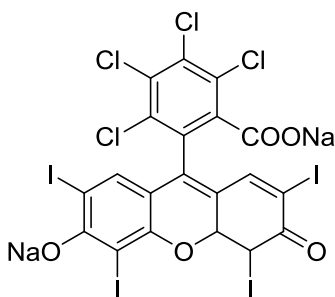


Figura 16. Estructura del Rosa de Bengala.

El Rosa de Bengala es un colorante sintético derivado del xanteno. Su nombre es inspirado en el punto de color rosa oscuro que utilizan en medio de la frente las mujeres a punto de casarse pertenecientes a Bengala o a ciertas partes de la India. También es conocido como Rojo 105. Aunque está prohibido su uso en varios países, en Japón sigue siendo permitido.³⁷ Su principal uso, sin embargo, es como tinte para mejorar el contraste en microscopía.

Existe un estudio que ha demostrado que el Rosa de Bengala puede causar daño en el DNA de órganos gastrointestinales.³⁸ Empero, recientemente, una formulación conocida como PV-10 y basada en el Rosa de Bengala está siendo estudiada para el tratamiento del melanoma y del cáncer de mama.³⁹ Esto se lleva a cabo a través de la terapia fotodinámica, en la cual, un compuesto sensible a la luz (en este caso, el Rosa de Bengala) es capaz de generar una especie reactiva de oxígeno (oxígeno singulete) a partir del oxígeno del medio (oxígeno triplete). El oxígeno singulete es capaz de matar células cancerosas. Sin embargo, esta formulación se encuentra aún en pruebas clínicas.

Negro Brillante BN (E151)

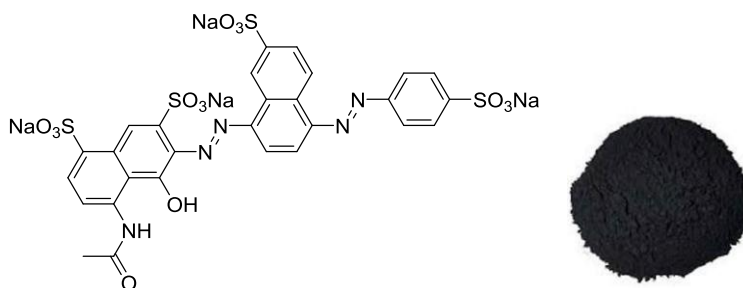


Figura 18. Estructura y color del Negro Brillante BN

El Negro Brillante BN es un colorante artificial azoico. Se emplea principalmente para ennegrecer algunas mermeladas y en el sucedáneo del caviar. A pesar de su nombre, al ser disuelto en agua se obtiene una coloración más morada que negra y para hacerlo más negro, se requiere añadir Tartrazina o Amarillo Crepúsculo.

El uso de este colorante ha sido prohibido en Estados Unidos y Japón. Su uso está permitido en gran parte de la Unión Europea.

Hasta el momento no existe ningún estudio que indique que este colorante sea carcinógeno o que cause algún daño al ser humano.⁴⁰ En este punto, la mayoría de los colorantes estudiados han mostrado generar reacciones alérgicas a las personas que son ya de por sí, hipersensibles a la aspirina o los compuestos salicílicos. Sin embargo, no hay estudios que hayan comprobado que el negro brillante sea un alergénico, si bien, el único estudio llevado a cabo data de 1960.⁴¹

Posiblemente debido a la falta de estudios sobre este colorante, su ingesta diaria ha sido limitada a 5 mg por kg de peso corporal al día.

Conclusiones

Reconociendo que el uso de colorantes en la comida es prácticamente inevitable, se debe tener en cuenta que cuando un alimento es muy colorido y/o atractivo, lo más probable es que el número de aditivos añadidos sean demasiados, aún y cuando se tienen estudios individuales de los colorantes, en los cuales se ha demostrado que altas dosis de éstos pueden poner en riesgo la salud pública. Por tanto, sería interesante e importante realizar estudios en los cuales se consideren las mezclas de aditivos que son las que realmente se consumen. Ahora bien, con lo revisado hasta ahora se observa una constante con relación a la Ingesta Diaria Aceptable (IDA), y es que a través de los años, el ser humano ha buscado disminuir estos valores e incluso intentar reemplazar los colorantes sintéticos por los naturales. Sin embargo, sabemos también, que esto puede ser algo muy complicado debido a las numerosas ventajas técnicas y económicas que sugiere el uso de colorantes sintéticos.



Bibliografía:

- 1) BADUI-DERGAL, S., *Química de los alimentos*. PEARSON EDUCACIÓN, México, **2006**, 9, 403.
- 2) Owen R. Fennema. *Food Chemistry*. Marcel Dekker, Inc. United States of America, **1996**, 651.
- 3) Aberoumand A. *World J. Dairy & Food Sci.*, **2001**, 6, 71.
- 4) <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi192col.pdf> en línea 14 Diciembre de 2015.
- 5) Carmona, I. Agrimundo, REPORTE N°5, Abril **2013**.
- 6) http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/articulo_colorantes_abril_2012.pdf en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 7) Sánchez, J. R. *Revista Química Viva*, **2012**, 3, 243.
- 8) <http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3102/doc16151.html> en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 9) [1981, TRS 669-JECFA* 25]
Evaluation of certain food additives (Twenty-fifth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, 669, **1981**.
- 10) Sharma, V.; McKone, H. T.; Markow, P. G. *J. Chem. Educ.*, **2011**, 88, 24.
- 11) <http://spanish.alibaba.com/product-gs/hot-sale-high-quality-food-grade-brilliant-blue-cas-3844-45-9-brilliant-blue-fcf-60258544787.html> en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 12) Hannes, F.; Flury, M. *J. Environ. Qual.* **1994**, 23, 1108.
- 13) <http://www.datuopinion.com/indigotina> en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 14) Aguilar, F.; Crebelli, R.; Di Domenico, A.; Dusemund, B.; Frutos, M, J.; Galtier, P.; Gott, D.; Gundert-Remy, U.; Lambré, C.; Leblanc, J-Ch.; Lindtner, O.; Moldeus, P.; Mortensen, A.; Mosesso, P.; Parent-Massin, D.; Oskarsson, A.; Stankovic, I.; Waalkens-Berendsen, I.; Woutersen, R, A.; Wright, M.; Younes, M. *EFSA Journal*. **2014**, 12, 3768.
- 15) http://www.alibaba.com/product-detail/Fast-Green-FCF-C-I-NO_163201053.html en línea 14 de Diciembre de 2015.



- 16) PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS 24º período de sesiones Ginebra, Suiza, 2-7 de julio de 2001 | [INFORME DE LA 33ª REUNIÓN DEL COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS La Haya, Países Bajos, 12-16 de marzo de 2001.
- 17) <http://portugueseindependentnews.com/2015/03/05/corantes-perigosos-nos-alimentos-voce-nem-imagina-o-que-esta-consumindo-2/> en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 18) "FDA: Red Dye's Reluctant Regulator; Partial Ban Points to Limitations of 30-Year-Old Delaney Clause" The Washington Post. Washington post Newsweek Interactive. 1990 en línea 10 de Diciembre de 2015.
- 19) <http://www.cbsnews.com/news/fda-urged-to-ban-some-food-dyes/> en línea el 10 de Diciembre de 2015.
- 20) a) Vivekanandhi J, Devi C. P. A.; Jayaraman, K.; Raghavan L, Effect of Erythrosine on testicular function in mice. *Toxicology International*. **2006**, *13*, 119. b) Aguilar, F.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Gürtler, R.; König, R.; Lambré, C.; Larsen, J-C.; Leblanc, J-C.; Mortensen, A.; Parent Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobback, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *EFSA Journal*. **2011**, *9*, 1854.
- 21) http://lima.quebarato.com.pe/lima/colorante-para-cosmeticos-colorante-fd-c-red-40-allura-red-ac-25-gram-polvo__7CFD02.html en línea 14 de Diciembre de 2014.
- 22) Aguilar, F.; Charrondiere, U. R.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Guertler, R.; Koenig, J.; Lambré, C.; Larsen, J-C.; Leblanc, J-C.; Mortensen, A.; Parent-Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobback, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *EFSA Journal*. **2009**, *7*, 1327.
- 23) <http://portugueseindependentnews.com/2015/03/05/corantes-perigosos-nos-alimentos-voce-nem-imagina-o-que-esta-consumindo-2/> en línea 14 de Diciembre de 2015.
- 24) British Standard 3341-1961 Normas de identidad y pureza para aditivos alimentarios Vol. II FAO 1963.
- 25) Aguilar, F.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Gürtler, R.; König, J.; Lambré, C.; Larsen, J-C.; Leblanc, J-C.; Mortensen, A.; Parent-Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobback, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *EFSA Journal*. **2010**, *8*, 1649.
- 26) Stevenson, D. D.; Simon, R. A.; Lumry, W. R.; Mathison, D. A. *J. Allergy Clin. Immunol.* **1986**, *78*, 182-191.



- 27) (a) Patterson, R. M.; Butler, J. S. *Food Chem. Toxicol.* **1982**, *20*, 461. (b) Ishidate, M. Jr.; Sofuni, T.; Yoshikawa, K.; Hayashi, M.; Nohmi, T.; Sawada, M.; Matsuoka, A. *Food Chem. Toxicol.* **1984**, *22*, 623. (c) McGregor, D. B.; Brown, A.; Cattanaach, P.; Edwards, I.; McBride, D.; Riach, C.; Caspary, W. J. *Environ. Mol. Mutagen.* **1988**, *12*, 85. (d) Hayashi, M.; Matsui, M.; Ishii, K.; Kawasaki, M. *Environ. Mutagen. Res.* **2000**, *22*, 27. (e) Sasaki, Y. F.; Kawaguchi, S.; Kamaya, A.; Ohshita, M.; Kabasawa, K.; Iwama, K.; Taniguchi, K.; Tsuda, S. *Mutat. Res.* **2002**, *519*, 103. (f) Haveland-Smith, R. B.; Combes, R. D.; Bridges, B. A. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* **1979**, *64*, 241. (g) Murthy, M. S.; Sankaranarayanan, N. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* **1979**, *67*, 309. (h) Kawachi, T., Yahagi, T., Kada, T., Tazima, Y., Ishidate, M., Sasaki, M.; Sugiyama, T. *IARC Scientific Publications* **1980**, *27*, 323. (i) Chung, K. T.; Fulk, G. E.; Andrews, A. W. *Appl. Environ. Microbiol.* **1981**, *42*, 641. (j) Westmoreland, C.; Gatehouse, D. G. *Carcinogenesis* **1991**, *12*, 1403. (k) Rafii, F.; Hall, J. D.; Cerniglia, C. E. *Food Chem. Toxicol.* **1997**, *35*, 897.
- 28) Stevenson, D. D.; Simon, R. A.; Lumry, W. R.; Mathison, D. A. *J. Allergy Clin. Immunol.* **1986**, *78*, 182-191. (b) Corder, E. H.; Buckley, C. E. *J. Clin. Epidemiol.* **1995**, *48*, 1269.
- 29) (a) Schulte-Korne, G.; Deimel, W.; Gunterbrunner, C.; Hennighausen, K.; Blank, R.; Rieger, C.; Remschmidt, H. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother* **1996**, *24*, 176. (b) Hannuksela, M.; Haahtela, T. *Duodecim.* **2009**, *125*, 527. (c) Connolly, A.; Hearthy, A.; Nugent, A.; McKevitt, A.; Boylan, A.; Flynn, A.; Gibney, M. J. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo Risk. Assess.* **2010**, *27*, 447.
- 30) McCann, D.; Barrett, A.; Cooper, C.; Crumpler, D.; Dalen, L.; Grimshaw, K.; Kitchin, E.; Lok, K.; Porteous, L.; Prince, E.; Sonuga-Barke, E.; O'Warner, J.; Stevenson, J. *Lancet* **2007**, *370*, 1560.
- 31) Aguilar, F.; Charrondiere, U. R.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Guertler, R.; Koenig, J.; Lambré, C.; Larsen, J. C.; Leblanc, J. C.; Mortensen, A.; Parent-Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobback, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *J. EFSA* **2009**, *7*, 1330.
- 32) (a) Baer, R. L.; Leider, M.; Mayer, R. L. *Proc. Soc. Exp. Biol.* **1948**, *67*, 489. (b) Mikkelsen, H.; Larsen, J. C.; Tarding, F. *Archs. Toxicol. Suppl.* **1978**, *1*, 141. (c) Wilson, N.; Scott, A. *Clin. Exp. Allergy.* **1989**, *19*, 267. (d) Lowry, M. D.; Hudson, C. F.; Callen, J. P. *Am. Acad. Dermatol.* **1994**, *30*, 854. (e) Worm, M.; Ehlers, I.; Sterry, W. *Clin. Exp. Allergy.* **2000**, *30*, 407. (f) Sornin de Leysat, C.; Boone, M.; Blondeel, A.; Song, M. *Dermatology* **2003**, *206*, 379.
- 33) (a) Young, E.; Patel, S.; Stoneham, M.; Rona, R.; Wilkinson, J. D. *J. R. Coll. Physicians. Lond.* **1987**, *21*, 241. (b) Hannuksela, M.; Haahtela, T. *Allergy.* **1987**, *42*, 561. (c) Fuglsang, G.; Madsen, C.; Saval, P.; Osterballe, O.; *Pediatr. Allergy. Immunol.* **1993**, *4*, 123. (d) Fuglsang, G.; Madsen, G.; Halcken, S.; Jørgensen, S.; Ostergaard, P. A.; Osterballe, O. *Allergy.* **1994**, *49*, 31.



- 34) Aguilar, F.; Autrup, H.; Castle, L.; Crebelli, R.; Dekant, W.; Engel, K. H.; Gontard, N.; Grilli, S.; Gürtler, R.; Larsen, J. C.; Leclercq, C.; Leblanc, J. C.; Malcata, F. X.; Mennes, W.; Milana, M. R.; Pratt, I.; Rietjens, I.; Tobbacq, P.; Toldrá, F. *J. EFSA* **2008**, *660*, 1.
- 35) Aguilar, F.; Charrondiere, U. R.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Guertler, R.; Koenig, J.; Lambré, C.; Larsen, J. C.; Leblanc, J. C.; Mortensen, A.; Parent-Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobbacq, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *J. EFSA* **2009**, *7*, 1328.
- 36) (a) Weber, R. W.; Hoffman, M.; Raine, D. A.; Nelson, H. S. *J. Allergy. Clin. Immunol.* **1979**, *64*, 32. (b) Rapaport, M. J. *Contact Dermatitis* **1980**, *6*, 231. (c) Ibero, M.; Eserverri, J. L.; Barroso, C.; Botey, J. *Allergol. Immunopathol.* **1982**, *10*, 263.
- 37) <http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/list-desin.add-x> (actualizada al 18 de Septiembre del 2015)
- 38) Sasaki, Y. F.; Kawaguchi, S.; Kamaya, A.; Ohshita, M.; Kabasawa, K.; Iwama, I.; Taniguchi, K.; Tsuda, S. *Mutat. Res.-Gen. Tox. En.* **2002**, *519*, 103.
- 39) (a) Agarwala, S. S.; Thompson, J.; Smithers, M.; Ross, M.; Coventry, B.; Minor, D.; Scoggins, C.; Hersey, P.; Wachter, E. *J. Clin. Oncol.* **2009**, *27*, 9060 (Suppl.). (b) Kim, Y. S.; Rubio, V.; Qi, J.; Xia, R.; Shi, Z. Z.; Peterson, L.; Tung, C. H.; O'Neill, B. E. *J. Con. Rel.* **2011**, *156*, 315. (c) Koevary, S. B. *Int. J. Physiol. Pathophysiol. Pharmacol.* **2012**, *4*, 99.
- 40) Aguilar, F.; Charrondiere, U. R.; Dusemund, B.; Galtier, P.; Gilbert, J.; Gott, D. M.; Grilli, S.; Guertler, R.; Koenig, J.; Lambré, C.; Larsen, J. C.; Leblanc, J. C.; Mortensen, A.; Parent-Massin, D.; Pratt, I.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobbacq, P.; Verguieva, T.; Woutersen, R. A. *J. EFSA* **2010**, *8*, 1540.
- 41) Bär, F.; Griepentrog, F. *Die Allergenwirkung von fremden Stoffen in den Lebensmitteln. Medizin Ernähr* **1960**, *1*, 99.