

COMIENDO Con Tus OJOS



La química de los colorantes de alimentos Por Brian Rohrig

¿Te gustaría beber agua negra? Pepsi transparente? ¿Y qué tal usar mantequilla rosada o salsa de tomate verde? Lo creas o no, estos productos en realidad existieron y no hace mucho tiempo. Pero hay una razón por la que estas modas alimentarias no duraron. Los consumidores prefieren que el color de comida se ajuste a su sabor.

El vínculo entre el color y el sabor es lógico. Desde que las naranjas son de color anaranjado esperamos que las bebidas de color anaranjado, tengan sabor a naranja. Las bebidas rojas deben tener sabor a cerezas, y las bebidas de color púrpura deben tener sabor a uvas. Si un alimento es multicolor, podría tener “moho” y no debe ser comido, a menos que tú estés comiendo queso azul, el cual obtiene su sabor distintivo del mohó.

Una cantidad asombrosa de los alimentos que comemos es procesada. Estos alimentos son alterados de sus estados naturales para



hacerlos seguros, por ejemplo, para eliminar las bacterias dañinas, o para hacerlos atractivos y prolongar su vida útil. Alrededor del 70% de la dieta del promedio de los residentes de Estados Unidos proviene de los alimentos procesados. Gran parte de lo que comemos no se vería atractivo si

no fuera con color. Piensa en los colorantes de los alimentos como cosméticos para tu comida. Sin colorantes, los perros calientes serían color gris. ¡Delicioso!

Colorante de alimentos naturales

Para evitar tanta comida procesada, algunos han fomentado el uso de colorantes de alimentos naturales, siempre que sea posible. Los colorantes naturales se han utilizado durante siglos para dar color a los alimentos. Algunos de los más comunes son: **los carotenoides, la clorofila, la antocianina y la cúrcuma.**

Los **carotenoides** tienen un color rojo oscuro, amarillo o anaranjado. Probablemente el carotenoide más común es el beta-caroteno (Fig. 1), el cual es responsable del color anaranjado brillante de las batatas y las calabazas. Dado que el beta-caroteno es soluble en grasa, es una gran opción para la coloración de los productos lácteos, los cuales suelen tener un alto contenido de grasa. Así que el beta-caroteno a menudo se añade a la margarina y al queso. Y sí, si comes demasiados alimentos que contengan beta-caroteno, tu piel puede volverse color “anaranjada”. Afortunadamente, esta condición es inofensiva.

La **clorofila** es otro pigmento natural, que se encuentra en todas las plantas verdes. Esta molécula absorbe la luz solar y utiliza su energía para sintetizar carbohidratos a partir de dióxido de carbono y agua. Este proceso se conoce como la fotosíntesis y es la base de la vida en la Tierra. Los alimentos con sabor a menta o a lima, tales como los dulces y el helado, algunas veces se les da color utilizando la clorofila.

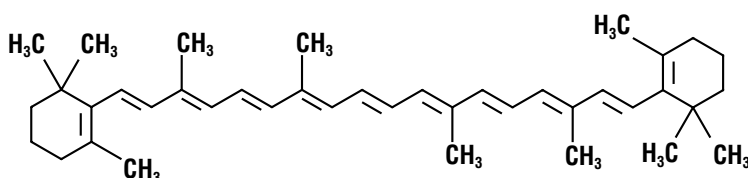


Figura 1. El beta-caroteno está compuesto de dos pequeños anillos de seis carbonos conectados por una cadena de átomos de carbono





La mejor fuente natural de colores púrpura oscuro y azul es la **antocianina**. Las uvas, los arándanos y los arándanos rojos deben su color a este compuesto orgánico. A diferencia de beta-caroteno, las antocianinas—las cuales forman una clase de compuestos similares en lugar de un solo compuesto químico—son solubles en agua, por lo que pueden ser utilizadas para dar color a los productos a base de agua. Las “tortillas” de maíz color azul, los refrescos de colores brillantes, y la jalea a menudo se tiñen con antocianinas.

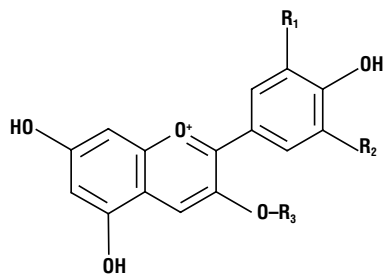


Figura 2. Estructura química de una antocianina. R_1 y R_2 son grupos funcionales, y R_3 es una molécula de azúcar.

Otro aditivo natural de alimentos que probablemente hayas consumido es la **cúrcuma**, la cual se añade a la mostaza para impartir un color amarillo intenso. La cúrcuma se obtiene del tallo subterráneo de una planta que crece en la India, y se utiliza comúnmente como una especia en la comida india. Muchas empresas de alimentos de Estados Unidos están usando la cúrcuma y otras especias naturales para dar color a sus productos. La cúrcuma es también un grandioso indicador de ácido/base. Si usted agrega una sustancia básica a la mostaza, se volverá roja.



Más de 500 antocianinas distintas se han aislado de plantas. Ellas están todas basadas en una sola estructura de núcleo básico, el ion flavilio (Fig. 2). Este ion contiene tres anillos de seis carbonos, así como muchos grupos hidroxilo (“OH”) que hacen la molécula polar (que tiene cargas parcialmente negativas y cargas parcialmente positivas) y soluble en agua.

¿Insectos, alguien?

La próxima vez que disfrutes de un yogur con sabor a fresas o jugo de arándano rojo, ¡es posible que estés comiendo insectos! Pero no te preocupes. Estos insectos no

contaminan los alimentos por accidente. Un extracto de un tipo de insecto, conocido como la cochinilla, fue añadido deliberadamente por el fabricante de alimentos.

Durante siglos, los aztecas usaban estos insectos para teñir las telas de un color rojo oscuro. **Si tú machacas hasta 70,000 de estos insectos, puedes extraer una libra de un tinte de color rojo oscuro, llamado ácido carmínico ($C_{22}H_{20}O_{13}$) (Fig. 3)**. Es seguro ingerir este colorante, por lo que se ha encontrado en una variedad de alimentos y productos cosméticos que requieren un color rojo. Sin embargo, la idea de comer insectos es poco atractiva para algunas personas. Starbucks utilizaba antiguamente tinte de cochinilla en sus productos con sabor a fresa, pero se ha eliminado este aditivo en respuesta a las quejas de los clientes.

miento de los materiales utilizados para hacer colorantes naturales.

Otra razón es la vida útil. Los colorantes artificiales podrían ser más duraderos que los naturales del mismo color. También, aunque la naturaleza produce un impresionante matiz de los colores, los que son adecuados para su uso como un colorante de alimentos son limitados. Pero no hay límite a la variedad de colores que puede ser producida artificialmente en un laboratorio. Teniendo en cuenta las miles de diferentes sustancias que le dan color a nuestra comida, puede ser una sorpresa descubrir que la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos concedió la aprobación de sólo siete colorantes sintéticos para su uso generalizado en los alimentos. Estos colorantes de alimentos se resumen en la Tabla 1.

FD&C Designación	Nombre	Color	Fórmula Molecular
Azul No. 1	Azul Brillante FCF	Azul	$C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$
Azul No. 2	Indigotina	Anil	$C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$
Verde No. 3	“Verde Veloz” FCF	Turquesa	$C_{37}H_{34}N_2Na_2O_{10}S_3$
Rojo No. 3	Eritrosina	Rosado	$C_{20}H_{14}Na_2O_5$
Rojo No. 4	Rojo Allura AC	Rojo	$C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$
Amarillo No. 5	Tartrazina	Amarillo	$C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$
Amarillo No. 6	Amarillo Ocaso FCF	Anaranjado	$C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$

Tabla 1. Los colorantes de alimentos aprobados por la Administración de Drogas y Alimentos. FD&C representa a las leyes aprobadas por el Congreso de Estados Unidos en 1938, llamada la Ley Federal de Alimentos, Drogas y Cosméticos.

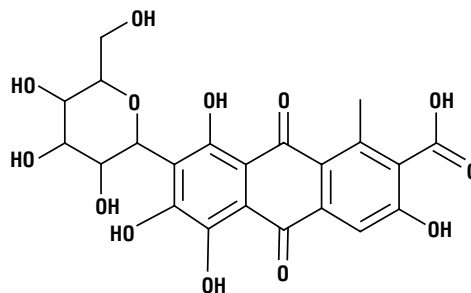


Figura 3. Estructura química del ácido carmínico.

¿Por qué ir artificial?

¿Por qué molestarse con colorantes de alimentos artificiales o sintéticos? ¿No hay suficientes colores naturales “para ir alrededor”? Una gran razón para usar colorantes artificiales es el costo. Los colorantes sintéticos pueden ser producidos en masa a una fracción del costo de la recolección y el procesa-

Los colorantes artificiales de alimentos fueron originalmente fabricados de alquitrán de hulla, que proviene del carbón. Los primeros críticos de los colorantes artificiales de alimentos se apresuraron a señalar esto. Hoy en día, la mayoría de los colorantes sintéticos de alimentos son derivados del petróleo, o aceite crudo. Algunos críticos argumentan que el consumo de aceite no es mejor que comer carbón. Sin embargo, los productos finales se someten a rigurosas pruebas para asegurarse de que no contienen trazas del petróleo inicial. Un colorante que no tiene una base de petróleo es Azul No. 2, o indigotina, el cual es una versión sintética del colorante añil a base de plantas, utilizado para dar color a los pantalones de mezclilla “blue jeans”.

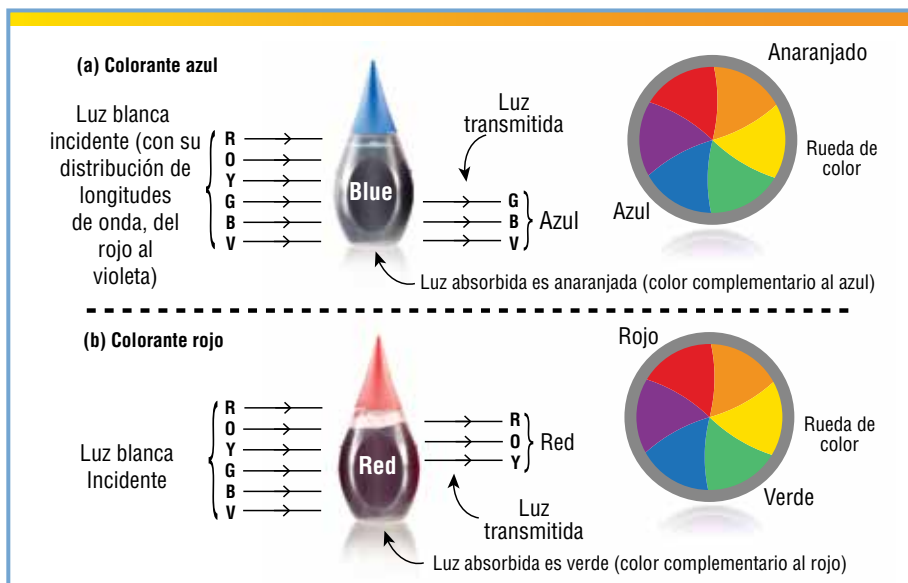


Figura 4. Un colorante de alimentos mostrará un color en particular debido a que absorbe la luz cuyo color es complementario del color del colorante alimenticio, como se ilustra en el caso de (a) un colorante azul, y (b) un colorante rojo.

¿Cómo darle color a los alimentos?

¿Qué hace a un buen colorante de alimentos? En primer lugar, cuando se añade al agua, debe disolverse. Si el colorante no es soluble en agua, no se mezcla de manera uniforme. Cuando un soluto típico, tal como sal o azúcar, se añade al agua, se disuelve, lo que significa que se descompone en iones o moléculas individuales. Por ejemplo, las moléculas individuales de azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se mantienen unidas por fuerzas intermoleculares relativamente débiles. Así, cuando el azúcar se disuelve en agua, las fuerzas de atracción entre las moléculas individuales se superan, y estas moléculas se liberan en solución.

Las moléculas de los colorantes de los alimentos son generalmente sólidos iónicos, es decir, que contienen iones positivos y negativos, que se mantienen unidos por enlaces iónicos. Cuando uno de estos sólidos se disuelve en agua, los iones que forman el sólido se liberan en la solución, donde se asocian con las moléculas de agua polares, que tienen cargas parcialmente negativas y parcialmente positivas.

Otra propiedad importante de los colorantes de alimentos es que cuando se disuelven en agua, el color permanece. La razón por la que esto sucede es que las moléculas de los colorantes de alimentos absorben algunas longitudes de onda de la luz y dejan que otras pasen, resultando en el color que vemos (Fig. 4). Pero ¿por qué el azúcar o la sal no absor-

ben porciones de la luz visible y esparcen el resto de ella, al igual que hacen las moléculas de los colorantes de alimentos? La absorción de la luz se produce por la interposición de un electrón en una molécula, átomo o ion a un nivel de energía más alto. Las moléculas de azúcar o los iones de sal requieren una gran cantidad de energía para hacer eso, por lo que no absorben la luz visible, sólo luz de longitud de onda más corta, normalmente luz ultravioleta.

En cambio, las moléculas de los colorantes de alimentos normalmente contienen largas franjas de alternancia de enlaces simples y dobles (Figuras 1–3) que le permiten a los electrones en estas moléculas ser excitados con relativamente energía baja. La energía necesaria para que un electrón salte de ese estado excitado al estado fundamental corresponde a la energía de la luz visible, razón por la cual las moléculas de los colorantes de los alimentos pueden absorber la luz del espectro visible.

¿Qué depara el futuro?

Es tentador pensar que los productos naturales son más saludables que los artificiales. Pero eso no es siempre el caso. El extracto de cochinilla no es el único colorante natural que puede suponer un riesgo para la salud. Se han reportado también reacciones alérgicas serias con achiote y azafrán—colorantes de alimentos amarillos, que son derivados de productos naturales.

Prueba esta actividad

¿Puede el Color Caramelo del Refresco Ser Producido Artificialmente?

El colorante caramelo de la mayoría de los refrescos de cola fabricados comercialmente se deriva naturalmente de la azúcar caramelizada. Supongamos por un momento que tú eres el químico que trabaja para una planta embotelladora. Tú estas a cargo de la formulación del color para el último lote de bebidas carbonatadas. Por desgracia, el envío del colorante caramelo natural que esperabas esperando no llegó, así que tienes que hacer el colorante caramelo artificialmente.

¿Se puede hacer?

Materiales

- Colorantes de alimentos rojo, azul y amarillo
- Tazas plásticas transparentes
- Cuentagotas
- Muestra de refresco de cola comercial
- Agua



Procedimiento

- Prepara 3 tazas de agua con colorante utilizando el colorante de alimentos.
- Vierte una muestra del refresco de cola en una taza separada. Esta muestra permanecerá intacta, y servirá como el modelo que estás tratando de replicar.
- Utilizando el cuentagotas, agrega el agua coloreada de las 3 tazas a una taza vacía en un intento de replicar el color del refresco de cola.



¿Fuiste exitoso? ¿Qué estrategias utilizaste? ¿Por qué crees que el colorante artificial regularmente no se usa en las bebidas carbonatadas?

—Brian Rohrig



Entonces, ¿cuál será la comida del futuro? Algunos grupos de defensa, como el Centro para la Ciencia en el Interés Público, buscan prohibir todos los colorantes de alimentos, debido a la limitada evidencia que demuestra que los colorantes de alimentos estimulan a los niños a comer comida chatarra. Otros imaginan un futuro diferente. Una compañía ya ha fabricado una pintura en aerosol comestible llamado "Acabado de Alimentos", la cual puede ser aplicada a cualquier alimento. Ésta viene en los colores rojo, azul, oro, y plata.

Comer implica algo más que el gusto. Es una experiencia sensorial completa. Ambos, los científicos de alimentos y los cocineros, te dirán que el olor, el sonido, el tacto, y, sí,

la vista de sus alimentos son tan importantes como el gusto para poder apreciar plenamente lo que se come. Ese granizado "Slurpee" no tendría el mismo sabor si no tiñera tu lengua de un "azul eléctrico". Realmente no puedes dejar de ver lo que comes. *CM*

REFERENCIAS SELECCIONADAS

McKone, H.T. Unadulterated History of Food Dyes. *ChemMatters*, diciembre 1999, pp 6-7.

Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos. Overview of Food Ingredients, Additives and Colors. Nov 2004; Revisado en abril de 2010: <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm094211.htm#qa> [accedida julio 2015].

Fiegl, A. Scientists Make Red Food Dye from Potatoes, Not Bugs. *National Geographic*, 19 de septiembre de 2013: <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/09/130919-cochineal-carmine-red-dye-purple-sweet-potato-food-science/> [accedida julio 2015].

Borrell, B. Where Does Blue Food Dye Come From? *Scientific American*, 30 de enero de 2009: <http://www.scientificamerican.com/article/where-does-blue-food-dye/> [accedida julio 2015].

Brian Rohrig es un escritor de ciencia que vive en Columbus, Ohio. Su artículo *ChemMatters* más reciente, "Teléfonos inteligentes, Química Inteligente", publicado en la edición de abril/mayo de 2015.



Proyecto SEED, establecido en 1968, ofrece a los estudiantes de secundaria de bajos recursos económicos la oportunidad de experimentar una carrera relacionada en ciencias de la química. El programa vincula a los estudiantes en laboratorios académicos, industriales y gubernamentales por 8 a 10 semanas durante el verano para realizar prácticas en proyectos de investigación en ciencias con científicos voluntarios. Estudiantes del Proyecto SEED reciben un estipendio de 2,500 dólares por su primer verano.

Exalumnos del Proyecto SEED son elegibles para aplicar a una beca no-renovable para el primer año universitario. Las becas están destinadas a ayudar a los exalumnos del Proyecto SEED en su transición de la secundaria a la universidad. Las becas están diseñadas para estudiantes que se especializarán en un campo de la ciencia química, tales como la química, la ingeniería química, la bioquímica, o la ciencia de materiales.



Para obtener más información acerca del **Proyecto SEED**, por favor contacte a: **Project SEED**
American Chemical Society, Education Division
1155 Sixteenth Street, NW, Washington, DC 20036
Tel: 202-872-4380; E-mail: projectseed@acs.org
<http://www.acs.org/projectseed>