

ARTÍCULO

## **EL CHOCOLATE: UN ARSENAL DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

*Agustín López-Munguía Canales  
Instituto de Biotecnología de la UNAM.*



## El Chocolate: un arsenal de sustancias químicas

Le cacao n'est pas une marchandise de luxe, ce n'est point une gourmandise. Ses propriétés hygiéniques et nutritives sont incontestables et incontestées, et parce qu'il est doué d'un arôme et d'une saveur qui flattent l'odorat et le palais, il entre dans les denrées de grande consommation dont je proclame le dégrèvement fiscal.

Car il est physiquement et moralement salubre.

**Napoléon III, le 5 janvier 1860**

El cacao no es una mercancía de lujo, ni tampoco una golosina. Sus propiedades higiénicas y nutritivas son indiscutibles, y dada la forma en la que su aroma y sabor agradan a nuestro olfato y paladar, forma parte de los alimentos de gran consumo que yo declaro libres de impuesto fiscal.

Ya que esto es física y moralmente saludable.

**Napoléon III, 5 de enero de 1860**

### Resumen

Con este artículo se pretende hacer consciente al lector, y sin lugar a dudas al consumidor de chocolate, de la importancia de la química en el análisis de éste desde diversos puntos de vista: textura, sabor, efecto estimulante o su efecto terapéutico. Si bien el chocolate es un producto con cientos de sustancias químicas que contribuyen a sus características, hay algunas de ellas que, por su concentración, son clave en los efectos que provocan directamente en el chocolate. Otros compuestos son más importantes por el efecto que causan en nosotros, a través del chocolate. Dentro del verdadero arsenal químico con el que cuenta el chocolate, nos detendremos en cuatro aspectos: el comportamiento de su grasa; el efecto antioxidante de sus compuestos polifenólicos; el efecto estimulante de sus alcaloides, la teobromina y la cafeína, y el papel amoroso de la anandamida.

**Palabras clave:** *Antioxidantes, teobromina, cafeína, anandamida, polifenoles, procianidinas.*

## Chocolate: an arsenal of chemical compounds

### Abstract

This article pretends to make the reader –and the chocolate consumer- conscious of the importance of chemistry when discussing chocolate from a wide variety of points of view. Chemistry is related to texture, to flavor, to chocolate physiological stimulation properties, as well as its therapeutic effect. Even when chocolate, as any natural product, consists of hundreds of chemical substances responsible for its properties, there are particular chemicals which are found in higher concentration that are essential when considering chocolate characteristics: some other compounds are more

important due to the effect on consumers through chocolate. Among chocolate's chemical arsenal we will briefly describe fore aspects: the behavior of its fat and fatty acids, the nervous system stimulating effect of its alkaloids theobromine and caffeine, and the role of anandamide in our mood.

**Keywords:** Antioxidants, teobromina, cafeina, anandamida, polifenoles, procianidinas.

## Introducción

Hasta hace relativamente poco tiempo el chocolate dejó de ser un dulce más, para convertirse en una "superfruta", un alimento que por sus cualidades y características podría compararse con uno de esos "productos milagro" que promueve la mercadotecnia, que supuestamente alivian todo mal. Sólo que en el caso del chocolate, sus virtudes se han venido comprobando desde hace siglos. Por otro lado, la mirada que la ciencia hace en los alimentos en el siglo XXI, pasa a través de los ojos de la química. Ésta reconoce el importante papel que juegan muchos de los nutrimentos de la dieta en la prevención de enfermedades. No en balde se ha acuñado el término "nutracéuticos" para denominarlos. Pero la mirada es profunda y llega a identificar compuestos que, además de nutrirnos y aliviarnos, afectan nuestro ánimo y humor, nuestra vigilia y nuestro placer. Para los consumidores "quimiofóbicos", que ven en la química sólo amenazas que los alejan de un mundo 100% natural y suscriben la premisa: "*mantén a los químicos lejos de nuestra cocina*", hay malas noticias: es gracias a la química que hoy en día revalorizamos los productos que consumimos, particularmente los autóctonos, al establecer una clara relación entre los compuestos químicos de la dieta y la salud. Así, hoy es casi del conocimiento general que ciertos componentes del chocolate tienen efectos benéficos que protegen al corazón: dilata las arterias musculares y evita la disfunción endotelial; modifica las propiedades de las membranas celulares y las funciones de sus receptores; impacta el ambiente óxido-reductor, e influye en la expresión de los genes y la actividad de las proteínas. Al mismo tiempo que se descubre esta relación de causa-efecto, se reconoce también que en el chocolate, como en otros productos naturales, el arsenal de compuestos químicos, como un todo, es mucho más poderoso que la suma de sus partes. Así, los españoles encontraron a los aztecas gozando de cabal salud, en buena medida por su buena alimentación que incluía al chocolate, regalo de Quetzalcóatl a su pueblo. Hoy el regalo se encuentra extendido por todo el mundo y pareciera –por los datos de producción y consumo- que en Mesoamérica hemos menospreciado tan succulento regalo.

## El chocolate: el encanto de la fisicoquímica

El chocolate tiene un alto contenido de grasa (alrededor de un 55% después de fermentado, tostado y secado), que se reduce al separar la manteca de cacao hasta un 25%, o incluso menos en chocolate destinado a bebidas. Un 60% de la grasa de chocolate es saturada, rica en ácidos

grasos como el esteárico (34%) o el palmítico (28%), motivo por el cual es difícil que un chocolate adquiera un sabor rancio (además de sus antioxidantes). Pero contiene también ácidos grasos insaturados como el oléico (35%) -de ese que abunda en el aceite de oliva y en el aguacate- y juega un papel preponderante en la protección vascular al disminuir el colesterol y las LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad, por sus siglas en inglés) y aumentar las HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad o colesterol bueno). Minimiza también la agregación de plaquetas, que es factor de trombos. Además, el ácido esteárico se transforma en oléico en el organismo. Recordemos que las LDL recubren las paredes de las arterias, lo que restringe el flujo sanguíneo y causa las anginas de pecho, los infartos y, en general, los accidentes cardiovasculares, mientras que las HDL llevan a cabo la limpieza de las arterias y transportan el colesterol de las arterias al hígado. Cabe señalar que el famoso chocolate blanco es sólo grasa de cacao con leche y azúcar, por lo que no debería llamarse chocolate a tal producto. La grasa del chocolate, dada su estructura, se absorbe menos que otras grasas, según otros reportes (Kubow, 1996).

Aunado a estas características, la grasa del chocolate presenta un sorprendente fenómeno fisicoquímico. Para explicarlo debemos recordar que la diferencia entre grasa y aceite es fisicoquímica: a temperatura ambiente la grasa es sólida, mientras que el aceite es líquido. La diferencia estriba en la cantidad y el tipo de ácidos grasos que contienen. Por esta razón, los chocolates son sólidos a temperatura ambiente, pero al llevarlos a los 37° C de nuestra boca, se funden en un líquido que permite la distribución de todos los compuestos del sabor en nuestra boca y nariz. De no darse tal fenómeno físico tendríamos que beber o masticar chocolates. Las herramientas de la química moderna permiten elaborar grasas semi-sintéticas, manipulando la composición de las grasas baratas, como la de palma, dando lugar a “sustitutos” de grasa de cacao. Si bien los chocolates producidos en masa parecen haber triunfado en ciertos mercados, se trata de una afrenta a los dioses aztecas, ya que la grasa del chocolate es “insustituible”. Así parecen confirmarlo las tendencias actuales que nos llevan a recuperar el chocolate de calidad, producido en su lugar de origen.

### **En materia de antioxidantes: ¿Quién gana?**

Como si se tratara de competencias, muchos artículos de investigación y, sobre todo, revistas de moda, presentan listas de productos alimenticios, clasificándolos en función de su contenido total de antioxidantes. En estas listas es frecuente que el chocolate salga como absoluto ganador por su alto contenido de flavonoides, más alto incluso que en el vino, el té verde o el té negro. No los aburriré con una larga lista de compuestos que se han identificado en el chocolate, pero si habría que conocer y retener alguno de ellos, es el de las *epicatequinas* y sus arreglos, que dan lugar a las *procianidinas*, porque son los más abundantes y los que más contribuyen a esta característica del chocolate.

La *epicatequina* tiene la propiedad de inhibir de manera muy potente la oxidación de los lípidos en el plasma sanguíneo, dada su capacidad de unirse a las LDL. Paradójicamente, la grasa del chocolate es un componente que favorece la oxidación. Después de consumir chocolate oscuro y cacao en polvo, las LDL aisladas del plasma quedan protegidas contra la oxidación, contrario a lo que se observa cuando se consume manteca de cacao (que sólo contiene la grasa), ya que entonces las LDL se someten a estrés oxidativo (se dice que estamos en estrés oxidativo cuando suben los niveles de radicales libres e hidroperóxidos en nuestra sangre). En modelos animales propensos a la aterosclerosis, una dosis equivalente en humanos a un par de tabletas de chocolate al día, inhibe significativamente la aterosclerosis; disminuye el colesterol y los triglicéridos; aumenta las HDL, y protege a las LDL de la oxidación: un producto milagro. Se ha demostrado también que las procianidinas inducen la vasodilatación dependiente de óxido nítrico, mejorando a los pacientes con hipertensión. Un consumo intenso de chocolate oscuro lleva a un aumento en la sensibilidad a insulina (disminución de la resistencia ligada a la diabetes). En estudios de laboratorio se ha demostrado que las procianidinas del cacao inhiben selectivamente el crecimiento de células de cáncer de mama. Y la lista de beneficios no deja de crecer.

Con la llegada de los españoles al chocolate se le agregó azúcar y en Europa, leche. En general, se estima que es más conveniente consumir chocolate oscuro, ya que contiene casi 24 mg de antioxidantes por gramo, mientras que en el chocolate con leche éstos se diluyen casi a la mitad. El cacao en polvo, al ser una fuente concentrada, contiene unos 42.5 mg por g de cacao. Así que dependiendo del tipo y la dosis que acostumbre de chocolate, si se trata de proteger al corazón, diga: ¡yo, como Moctezuma, consumo chocolate oscuro! Una manera de apreciar estos datos es sabiendo que en lo que a consumo de polifenoles se trata, una taza de té negro de unos 180 ml, contribuye con unos 630 mg; un vaso de vino tinto de 100 ml, con 190 mg; un vaso de jugo de naranja de 240 ml con 54 mg, y una ración de unos 70 g de moras azules, con 180mg.

### **Las moléculas de la emoción: Anandamida**

Uno de los grandes avances científicos de nuestra era, consiste en haber descubierto el papel que juegan determinadas moléculas en el dolor, la depresión, el bienestar, el apetito o la memoria. Por lo general, estas moléculas actúan sobre regiones de la superficie de la célula (receptores), de manera análoga a como una llave actúa sobre una cerradura, abriendo así las puertas de nuestra percepción a experiencias específicas generadas por cada molécula: son las moléculas de las emociones. Ciertas drogas, como la morfina, tienen un efecto en el sistema nervioso central, por el hecho de ser reconocidas por estas cerraduras en la superficie de las células, generando, al interactuar, un potentísimo efecto analgésico. Al receptor con el que actúa la morfina se le conoce como receptor "opioide". Cuando se descubrió que ésta y otras drogas actuaban mediante el reconocimiento por los receptores, inmediatamente surgió la interrogante e hipótesis:

¿habrá entonces una sustancia natural que tenga tal efecto? Fue así como se descubrieron las encefalinas y las endorfinas, que producen en nuestro cuerpo un efecto mucho más suave (y natural) que el de la morfina. De hecho, la morfina es más potente, pues el cuerpo la absorbe y la elimina muy lentamente. Con el tiempo, se encontraron otros “falsos activadores” como la codeína y el demerol. En 1988 se descubrieron los receptores del THC (*tetrahidrocanabinol*), el componente activo de la marihuana. Como es lógico, nuestro cuerpo no produce los THC de la marihuana, aunque sí existe una cerradura (un receptor) para ellos: pero si no fumamos, ¿quién y cuándo lo activa? La molécula activadora fue descubierta por el Israelí Raphael Mechoulam, en 1992: la *araquidonil etanolamida*, que más tarde se denominaría *anandamida*, del sánscrito *Ananda*: belleza interior.

La anandamida puede filtrarse a través de la membrana que aísla al cerebro de la corriente sanguínea, interaccionando con nuestro sistema nervioso. Su forma en el espacio se parece mucho a la del THC. Pero a diferencia del THC, la anandamida es frágil y se degrada fácilmente en el cuerpo. Se sintetiza en áreas del cerebro, importantes para la memoria, el razonamiento complejo y el movimiento. Las conexiones y la comunicación entre nuestras células nerviosas, están asociadas también con el aprendizaje y la memoria. Las células nerviosas hacen nuevas conexiones y rompen otras. Así, la anandamida juega un papel clave en crear y destruir conexiones neuronales y puede inducir el olvido. También podemos usarla como un sedante. Animales tratados con anandamida caminan menos y se echan más, baja su temperatura y su ritmo respiratorio... ¡entran en paz!

Pues bien, hay tres compuestos en el chocolate que se parecen mucho a la anandamida, reportados por Daniele Piomelli y sus colaboradores del Neurosciences Institute de San Diego [Piomelli,1996]. También encontraron N-acil etanolaminas que bloquean el rompimiento y la degradación de la anandamida, por lo que su efecto es duradero. Piomelli especula que parte del placer que ocasiona el chocolate viene de la anandamida y las N-acil-etanolaminas que la conservan. Claro que comer un chocolate es una experiencia mucho más ligera que fumar marihuana. Fuera del cerebro, la anandamida es más abundante y sirve como mensajero entre el embrión y el útero, durante la implantación del embrión. De esta manera, la anandamida es el medio que sirve para las primeras comunicaciones entre madre e hijo. Los embriones de ratones contienen más receptores de anandamida que cualquier otro tejido, incluido el cerebro. Si el THC puede bloquear los receptores de la anandamida, entonces existe la preocupante posibilidad de que fumar marihuana interfiera con la comunicación entre útero y embrión.

Como quiera que sea, ofrecer chocolates es una de las muestras más expandidas de afecto, probablemente ligadas al efecto de estos compuestos sobre los receptores de nuestra felicidad.

## La Cafeína y la Teobromina

La cafeína es la droga más popular en el mundo. A ella deben su efecto estimulante tanto el café como el chocolate. Se trata de un alcaloide suave y muy atractivo por su capacidad para activar el sistema nervioso, por ser vasodilatador y por sus propiedades tonificantes, diuréticas y antineurálgicas. Se trata del compuesto psicoactivo legal más consumido en el mundo. Pero el chocolate contiene, además de un 0.2% de cafeína, 10 veces más de otro alcaloide estructuralmente muy parecido: la teobromina. En una publicación de *National Geographic* se dio a conocer un estudio, mediante Resonancia Magnética Nuclear, sobre el funcionamiento del cerebro de un asiduo consumidor de cafeína, antes y después de su consumo por la mañana. Las señales de actividad en el cerebro muestran lo que la mayor parte de nosotros ya sabemos: sin un café o un chocolate por la mañana simplemente algunos no funcionamos. Si bien hay cerca de un centenar de plantas que contienen cafeína, tanto en el viejo como en el nuevo mundo, sólo el cacao y el mate contienen teobromina. Así, una barra de unos 200g de chocolate contiene alrededor de 25 mg de cafeína, más o menos la mitad de lo que tiene un café expés, pero diez veces más teobromina, suficiente para quitarle el sueño a un niño que acostumbre los chocolates por la noche. Hay, desde luego, gente hipersensible, y hay gente abusiva que puede padecer ansiedad, nerviosismo, temblor de manos, taquicardia y otros efectos, ante un exceso de la cafeína y/o la teobromina.

Curiosamente, es también la teobromina lo que permitió que un grupo de investigadores norteamericanos identificara restos de chocolate en muestras secas de residuos, en vasijas de cerámica provenientes del pequeño pueblo de Puerto Escondido, ubicado en la zona baja del Valle de Ulúa, al norte de Honduras. El descubrimiento ha movido la fecha del descubrimiento del cacao, ya que se demuestra su consumo muy temprano, como 1100 años antes de nuestra era y 500 años antes de reportes previos.

## Conclusión

Tome conciencia de la danza de todos estos compuestos en nuestras células, cada vez que degusta un chocolate. Disfrute de los cambios de fase del chocolate en su boca; note cómo los glóbulos de grasa recubren sus papilas gustativas y perciba el aroma de los volátiles que llegan hasta su nariz; viva la captura de los radicales libres que por un tiempo dejarán en paz a sus moléculas más sensibles, al tiempo que sus arterias se dilatan; experimente un ligero incremento en su ritmo cardiaco y en su estado de alerta, y sienta cómo recupera esa sensación amorosa por la vida, por lo que le rodea y, sobre todo, por quien puso el chocolate en sus manos. Es sin duda una deliciosa manera de celebrar el Año Internacional de la Química.



## Bibliografía

Brain cannabinoids in chocolate. E. di Tomaso, M. Beltramo, D. Piomelli, [Nature](#), 382, 677-8 (1996).

Chocolate may mimic marijuana in brain *Chemical and Engineering News* 74, 31 (1996).

Cocoa has more phenolic phytochemicals and higher antioxidant capacity than teas and red wine. [Lee KW](#), [Kim YJ](#), [Lee HJ](#), [Lee CY](#). *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 7292-7295

H NMR Study of fermented cocoa (*Theobroma cacao* L.) Beans. A. Caligiani, D. Acquotti, M. Cirlini & G. Palla. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58 (23), 12105–12111

The influence of positional distribution of fatty acids in native interesterified and structure-specific lipids on lipoprotein metabolism and atherogenesis. Kubow S. . *Journal of Nutritional Biochemistry*, 1996, 7, 530-541.

López Munguía, A. (2002) *Alimentos Funcionales: salud a la carta. ¿Comoves?*. 4, 11-17, 2002.

Chocolate and Red wine- A comparison between flavonoids content. F. Araujo, J.A. Nitzke, C. Blauth, E. Vogt. *Food Chemistry*. 120, 109-112, 2010.

Caffeine: It's the world's most popular psychoactive drug. T.R. Reid. *National Geographic*. January 8-35, 2005.

Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. John S. Henderson, Rosemary A. Joyce, Gretchen R. Hall, W. Jeffrey Hurst, and Patrick E. McGovern. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 November 27; 104(48): 18937–18940.

