

## **Adaptando y adoptando alimentos funcionales tradicionales mexicanos**

### **Adapting and adopting Mexican traditional functional foods**

NILA-MENDEZ, Alejandro G.†\*, SANCHEZ-MUNDO, Maria de la Luz, GABINO-ROMAN, Francisco Javier y HERNANDEZ-DOMINGUEZ, Elizabeta

*Instituto Tecnológico Superior de Acayucan. Departamento de Ingeniería Química. Carretera Costera del Golfo km. 216.4, Colonia Agrícola Michapa, 96100 Acayucan, Ver.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Alejandro G., Nila-Mendez* / **ORC ID:** 0000-0002-1870-6453, **Researcher ID Thomson:** F-7392-2019, **CVU CONACYT ID:** 74668

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *María de la Luz, Sanchez-Mundo* / **ORC ID:** 0000-0001-9065-5681, **Researcher ID Thomson:** F-7408-2019, **CVU CONACYT ID:** 217805

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Francisco Javier, Gabino-Roman* / **ORC ID:** 0000-0002-0640-2006, **Researcher ID Thomson:** P-8380-2019, **CVU CONACYT ID:** 36416

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Elizabeta, Hernandez-Dominguez* / **ORC ID:** 0000-0001-7492-3690, **Researcher ID Thomson:** F-7395-2019, **CVU CONACYT ID:** 84003

A. Nila, M. Sánchez, F. Gabino, E. Hernández

alejandro.nilamendez@gmail.com

J. Olives (Dr.). Ciencias biológicas y químicas. Proceedings-©ECORFAN-Mexico, 2019.

## Abstract

In both developed and developing countries, trends have now been marked towards an organic-oriented, and/or natural, awareness-driven diet. Looking for these foods to deploy high energy content and other nutritional properties such as phytochemicals, probiotics, prebiotics and bioactive peptides that benefit human health, it should be mentioned that they are known as functional foods, described in this review. In Mexico, a country with a recognized gastronomic diversity and richness, which exists since the prehispanic period, traditional foods with high potential to be considered as functional foods. Whose ingredients include in their recipes, for example: maize, cocoa, rice, cinnamon, achiote, pepper, fruit juices of unique plant species (nopal), fermented beverages with the presence of beneficial microorganisms (lactic acid bacteria and yeasts). These prehispanic foods and beverages: the pozol, colonche, tepache, pulque, sambumbia, popo, axokot, bate, bupu, kefir, honey of from stingless bees (*Meliponas* sp.) among others. That benefit the microbiome of the digestive tract. Because of these properties that in some have been studied and characterized. However, these traditional foods attached to our culture are at a stage of disuse and in danger of disappearing, because the new generations have no interest in knowing them, prepare them and/or consume them.

## Traditional fermented beverage, Microorganisms, Microbiome

### Introducción

Las sociedades actuales en países industrializados definen su alimentación directamente con su ingreso *per cápita*. Sociedades cuyos individuos tienen un Producto Nacional Bruto (PNB) *per cápita* entre 15,000.00 y 20,000.00 dólares anuales o superiores tienen una conciencia de la alimentación diferente a otras sociedades. En estas sociedades se está observando una preocupación por el valor nutricional de los alimentos que consume, así como su posible beneficio a su salud. Del mismo modo requiere que sus alimentos sean preparados en menos tiempo por lo que están atentas a diferentes variedades y marcas de productos que ofrezcan una reducción en el tiempo de elaboración: alimentos precocinados, productos precongelados y alimentos básicos empacados (Torres-Torres, 1997).

Si bien la conciencia de una mejor salud a través de una mejor alimentación ha ido mejorando en los últimos años, la alimentación en países industrializados, y sobre todo en los países en vías de desarrollo, ha presentado eventos no deseados debido al sobreconsumo de alimentos baratos y de alto contenido energético.

En países donde el PNB *per capita* es cercano a los 3000 dólares anuales, se observa en un porcentaje de la población malnutrida pero no por escasez de alimentos; sino por sobrepeso, el cual está relacionado con diabetes tipo II, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Hossain *et al.*, 2007). Estos eventos adversos han ido creciendo rápidamente; por ejemplo, la diabetes se está posicionando como un problema de salud mundial emergente que puede llegar a nivel de pandemia, pues se estima que para el 2030 puede haber 336 millones de casos (Wild *et al.*, 2004).

De acuerdo al Fondo Monetario Internacional (FMI), en 2018, el PNB *per cápita* estimado en México fue de 9,807.44 dólares, lo que lo posiciona en el lugar 70 de 193 economías mundiales (World Economic Outlook Database, April 2019, IMF). En esta economía intermedia se observan muchas bondades de auge y crecimiento en los hábitos alimenticios de acuerdo a lo descrito anteriormente. Sin embargo, los eventos adversos a una mala alimentación también se están dejando observar. Por ejemplo, la diabetes en México se ha posicionado como la principal causa de muerte en mujeres y la segunda entre los hombres además de ser la causa principal de retiro por invalidez de trabajo (Rull *et al.*, 2005). Se estima que para el 2025, habrá cerca de 11.7 millones de mexicanos con esta enfermedad (King *et al.*, 1998).

La toma de conciencia para obtener hábitos alimenticios que ayuden nuestra salud o que al menos no la mermen debería ser considerada de importancia trascendental, sobre todo en los países en vías de desarrollo. No es deseable que el porcentaje de contribución calórica de un individuo provenga de un incremento en su consumo de grasas, cerca del 33% en países como México (Aguilar-Salinas, 1999). Diversos sectores como salud y educación deberían concientizar y fomentar una cultura de una apropiada nutrición.

Por otro lado, la industria alimentaria debe adaptarse (y de hecho lo está haciendo) para generar productos que perfilen en los hábitos alimenticios de ambientes urbanos así como un cambio en la formulación de los alimentos, pues la sociedad va exigiendo productos con mayor calidad o con demandas específicas, por ejemplos, leche disminuida en lactosa, bebidas y complementos alimenticios reducidos en sacarosa, harinas libres de gluten, fermentos lácticos con elevado contenido de probióticos, etc.

Los hábitos alimenticios apropiados requieren de alimentos que posean un alto valor nutricional dado que contienen aportes adecuadamente proporcionados de carbohidratos, lípidos y proteína. Dado que las formas de alimentación principalmente en ambientes urbanos han cambiado, la industria alimentaria debe generar productos alimenticios que estén a la par de una buena alimentación (Aguilar-Piña, 2013). Lo anterior abre áreas de oportunidades para la generación de alimentos y/o bebidas con estas características y no solo eso; abre la posibilidad de generar alimentos que además de su valor nutricional contengan uno o más componentes que afecten una o un número limitado de funciones en el organismo en una forma que ocasionen efectos positivos en la salud tanto a nivel psicológico como fisiológico. Estos últimos adquieren la denominación de alimentos funcionales y, en un sentido más amplio, pueden considerarse alimentos funcionales (Roberfroid, 2000).

La búsqueda de alimentos funcionales no sólo debe recaer en la industria alimentaria. Las tendencias alimentarias a nivel familiar, donde uno varios integrantes generan los alimentos, también deben dirigirse a este fin. Ciertamente, se debería revalorar los alimentos para continuar y mejorar los que por tradición han estado y siguen en nuestras dietas y para reincorporar aquéllos que erróneamente han caído en desuso. Antes de una abrumadora industrialización, en los hogares y pequeños negocios se generaban alimentos con grandes características funcionales. Quizá sea tiempo de retomar las técnicas de la biotecnología de primera generación para la elaboración de alimentos con mejores características a los ofrecidos industrialmente y, a la par, demandar a la industria alimentaria la innovación de productos alimenticios con mejores características nutritivas y nutraceuticas.

Existe en México una gran variedad de alimentos y bebidas con potencial funcional. Muchos de ellos, ya han caído en desuso como los panes de masa agria o el vinagre y otros sólo encuentran su consumo a nivel regional; por ejemplo, el pozol y el popo. Aquí presentamos, primeramente, una breve información sobre las tendencias en alimentos funcionales que repercuten o podrían repercutir en la innovación de alimentos tradicionales en México. En segundo lugar, realizamos un recuento de alimentos y bebidas en México con un potencial uso funcional y nutrimental. Si bien la lista no es exhaustiva, deja una visión del potencial alimentario que poseemos para impulsar el hábito de la buena alimentación, tanto a nivel familiar como a nivel industrial.

## **Tendencias de los alimentos funcionales**

Existe una gran variedad de alimentos funcionales los cuales se caracterizan por tener, además de su aporte nutricional, uno o más elementos nutraceuticos. Los elementos nutraceuticos que mencionamos en este apartado serán los fitoquímicos, los probióticos, los prebióticos y los péptidos bioactivos.

### **Fitoquímicos**

Los fitoquímicos sustancias bioactivas no nutritivas que se encuentran en las plantas, en cualquiera de sus partes o formas; por ejemplos, semillas, granos, raíces, frutos o legumbres y vegetales (Septembre-Malaterre *et al.*, 2017). Al ser nominadas como sustancias revela su naturaleza química y su acción bioactiva se debe a su potencial efecto benéfico (nutraceutico) en el consumidor. La cantidad conocida y estudiada de fitoquímicos es grande (más de 5000), pero sin duda es una lista que se extenderá con más novedosos componentes fitoquímicos con el devenir de los años. De acuerdo a Altemimi *et al* (2017) aproximadamente sólo el 20% de las plantas conocidas han sido estudiadas es estudios farmacéuticos.

A nivel molecular, los fitoquímicos son de naturaleza fenólica y su característica bioactiva se debe a su poder antioxidante, de aquí su gran importancia. Un desajuste o estrés en el metabolismo puede ocasionar un desbalance en la producción de radicales libres, ya sea como Especies de Oxígeno Reactivas (ROS por sus siglas en Inglés) o como Especies de Nitrógeno Reactivas (RNS).

Un desequilibrio en el sistema ROS/RNS está ligado a muchas enfermedades en el ser humano tales como cáncer, enfermedades cardiovasculares, aterosclerosis, hipertensión, diabetes mellitus, enfermedades neurodegenerativas (Alzheimer y Parkinson), artritis reumatoide y envejecimiento (Valko *et al.*, 2007; Poprac *et al.*, 2017). De acuerdo a algunos estudios epidemiológicos, el empleo de antioxidantes de origen vegetal, que se manifiesta en una dieta rica en el consumo de frutas y vegetales, minimiza los daños causados por un desequilibrio en el sistema ROS (Neuhouser, 2004; Arts & Hollman, 2005). Estructuralmente, los compuestos fitoquímicos fenólicos pueden clasificarse en cinco grandes familias: ácidos fenólicos, flavonoides, lignanos, estilbenos y curcuminoides.

Existe una gran variedad de fitoquímicos analizados en la literatura que escapa los alcances de esta revisión. Por ejemplo, una porción de chocolate, que contiene el antioxidante flavonoide procianidina, provee de mayor cantidad de este fitoquímico que una porción de vino tinto, jugo de arándano o de manzana. Estudios *in vitro* e *in vivo* han demostrado la capacidad de la procianidina, en diferentes formas oligoméricas, para remover moléculas tipo ROS, modular la función inmunológica y la activación de plaquetas (Hammerstone, 2000). Otro ejemplo de una gran variedad de fitoquímicos los encontramos en diversos órganos de la anona (*Annona muricata*). Estudios etnobotánicos han reportado el uso de diversas partes de la anona para el tratamiento de fiebres, malestares respiratorios, malaria, problemas gastrointestinales, modulación hipoglicémica y el tratamiento de cáncer (Coria-Téllez *et al.*, 2018).

Si bien la información que tenemos de los fitoquímicos es muy amplia y muy prometedora, los verdaderos éxitos en elevar la calidad de vida del ser humano se darán, por una parte, en los mismos hábitos alimenticios que adopten los individuos, seleccionando los alimentos adecuados en la cantidad apropiada y, por otra parte, generando alimentos funcionales que adicione fitoquímicos como suplementos en una posología correcta e inocua, pues no se debe de olvidar que hay fitoquímicos de naturaleza tóxica para el hombre y cuyo empleo radica en otros usos como insecticidas o parasitidas, como el caso algunos componentes de la anona.

## **Probióticos**

Durante el proceso de fermentación de unos alimentos, la carga microbiana crece en cantidad y calidad, generando subproductos que mejoran la calidad del alimento; ya sea porque prolongan la vida de anaquel o por que mejoran las características organolépticas del producto final, entre otras características. Existe una gran variedad de alimentos que surgen de procesos fermentativos tradicionales (biotecnología de primera generación) como el pozol (Nuraida *et al.*, 1995), el pulque (Escalante *et al.*, 2016), los panes de masa agria (Saeed *et al.*, 2014), el kéfir de leche (Bengoa *et al.*, 2018), el chucrut (Zabat *et al.*, 2018), etc.

En el mundo se cuenta con una gran variedad de alimentos fermentados que poseen microorganismos benéficos al ser humano. Dependiendo del tipo de fermentado, se adquiere o favorece un determinado número de especies microbianas, pero para que estas sean consideradas como prebióticos deben cumplir con el requisito de incorporarse al microbioma del tracto digestivo del ser humano y ocasionar aspectos benéficos en la salud del huésped. Entre los microorganismos más conocidos como probióticos se encuentran varias especies de levaduras, bacterias ácido lácticas (BAL) y bifidobacterias.

Existen varios reportes sobre el porte nutraceuticos que ocasionan los probióticos en el ser humano siendo el más estudiado la prevención de infecciones gastrointestinales; sin embargo, más información se ha generado y se conoce que los probióticos pueden intervenir en el alivio a la intolerancia a la lactosa, la mejora del sistema inmunológico, el decremento de enzimas fecales y la mutagenicidad así como ocasionar un efecto hipocolesterolémico en el huésped (Roberfroid, 2000).

## **Prebióticos**

Como se mencionó anteriormente, un alimento es aquel material con aporte nutricional que consiste de carbohidratos, lípidos y/o proteína. Sin embargo, éste también contiene otros elementos no nutricionales que son necesarios para el bienestar del huésped, en particular, el ser humano. Entre los elementos no nutricionales que se pueden citar están una gran variedad de fitoquímicos, mencionados arriba, y la fibra.

La fibra al no ser digerible, permite acelerar el paso de los alimentos en el estómago e intestinos favoreciendo los procesos digestivos, entre una amplia gama de funciones. Si bien los seres humanos no tenemos la capacidad de catabolizar la fibra, cierto tipo de fibra (oligo y polímeros de carbohidratos complejos) puede ser degradada por las bacterias que residen en nuestro tracto intestinal y, como resultado de ello, el crecimiento y la actividad de dichas bacterias diana son estimulados; contribuyendo a la salud y el bienestar del ser humano, pues mantienen a la microflora sana y se generan sales de ácidos orgánicos de cadena corta como el butirato y propionato que ayudan a la salud y el bienestar del ser humano (Canani *et al.*, 2011; Hosseini *et al.*, 2011). Los compuestos que caen en este tipo de fibra se le conocen como prebióticos (Gibson & Roberfroid, 1995; Roberfroid 2007) y hasta el momento pocas moléculas caen en esta definición, pues se tiene que demostrar bajo experimentos *in vivo* la capacidad de estimular positivamente el microbioma del tracto digestivo y la generación de compuestos que benefician al ser humano.

Los primeros prebióticos en definirse fueron las inulinas (Gibson & Roberfroid 1995), Químicamente, las inulinas son oligo y polisacáridos de la fructosa y forman parte de la fibra alimentaria. Su uso como compuestos capaces de modular selectivamente el microbioma del intestino en el ser humano ha sido revisado por varios autores (Roberfroid, 2007; Vandeputte *et al.*, 2017); así como sus efectos benéficos y sus posibilidades de uso en las industrias farmacéutica y alimentaria (Barclay *et al.*, 2010). Actualmente, se reconocen más tipos de fibra con capacidad prebiótica, entre ellos se pueden mencionar a los galactooligosacáridos (GOS) y xilooligosacáridos (XOS). Estudios recientes han demostrado a nivel molecular actividad pectinolítica de *Bacteroides xylanisolvens*, una bacteria simbiote que se encuentra en el tracto digestivo del ser humano. Los efectos benéficos que tiene *B. xylanisolvens* y su capacidad de catabolizar pectina hacen prometedor que la lista de prebióticos pueda extenderse aún más en los próximos años (Depres *et al.*, 2016).

### **Péptidos bioactivos**

A las cadenas polipéptidicas (secuencias de aminoácidos) provenientes de hidrolizados proteicos, inactivos en el interior de la proteína precursora, y que cumplen una actividad biológica tras su liberación mediante hidrólisis química, enzimática o síntesis han sido denominadas como péptidos bioactivos (PB) (Mulero-Cánovas *et al.*, 2011; Shahidi & Zhong, 2008). Entre las propiedades estudiadas de estos polipéptidos podemos mencionar las antimicrobianas, inmunomoduladoras, exorfinas, antioxidantes, antihipercolesterolemias, antitrombóticas y antihipertensivas (Sharma *et al.*, 2011).

Existen diversas fuentes proteicas cuya hidrólisis generan PBs. De hecho, toda fuente de proteínas alimentarias es susceptible de aportar/generar péptidos bioactivos (Mulero-Cánovas *et al.*, 2011). Los tipos de fuentes proteicas alimentarias han sido divididos en convencionales y no convencionales. En el primer grupo encontramos a proteínas de origen animal (leche, suero de leche) y vegetal (soya, arroz, maíz y garbanzo) (Gallegos-Tintoré *et al.*, 2013). En el segundo grupo tenemos a las proteínas de origen vegetal tales como el amaranto (Tironi & Añón, 2010), colza (Bing-Zhang *et al.*, 2009), y piñón mexicano (Gallegos-Tintoré *et al.*, 2011). Además, dentro de este mismo grupo, fuentes proteicas alimentarias de animales de origen marino también han sido estudiadas (Udenigwe & Aluko, 2012).

### **Alimentos funcionales en México**

La forma de cómo nos alimentamos es un proceso cultural y las materias primas para conseguirlo son las que están presentes en el entorno. De esta manera, a lo igual que en muchas partes del mundo, surgieron alimentos en el continente americano. Particularmente en Mesoamérica en época precolombina, los ingredientes más utilizados fueron el maíz, el aguamiel y diversas variedades de plantas de las que se obtuvieron chiles, nopales, tunas, flores comestibles, semillas de cacao etc. Los Ingredientes provenientes del reino animal también participaron y entre ellos encontramos una gran variedad de insectos como gusanos de maguey u hormigas. Cabe destacar que un proceso trascendental en el uso del maíz fue el proceso de nixtamalización, el cual consiste en un tratamiento de cocción térmico-alcalino de los granos de maíz. Bajo este proceso, el maíz adquiere características deseables para la elaboración de alimentos: se muele fácilmente para la elaboración de masa, su valor nutricional incrementa, se potencian sabores y aromas y se reducen la cantidad de micotoxinas presentes en los granos (Ochame *et al.*, 2010).

Del mismo modo, el maíz ofrece otro producto cuando es infectado por el hongo del huitlacoche (*Ustilago maydis*) del cual se están elucidando diversas propiedades nutraceuticas, además de su consumo debido a sus propiedades organolépticas (Juárez-Montiel *et al.*, 2011).

Con la llegada de los españoles, nuevos productos fueron traídos al continente y con ello se realizó un proceso de mestizaje en los alimentos. Productos como el azúcar de caña, trigo, leche de vaca, otros tipos de carne, etc. fueron incorporados. De la caña se obtuvo el azúcar (sacarosa), la cual tiene un alto poder edulcorante. Las plantas de donde se extrae el azúcar (diversas especies del género *Saccharum*) fueron introducidas por los españoles en América. Para la época de la encomienda, surgieron trapiches azucareros en la Nueva España, siendo el de Tlaltenango uno de los primeros en funcionar entre 1535 y 1645. Si bien desde el punto de vista gastronómico la sacarosa es un elemento altamente cotizado, desde el punto de vista nutricional no lo es tanto, pues su consumo en exceso propicia una serie de condiciones poco deseadas. Previo al uso del azúcar, en épocas precolombinas, la forma de endulzar algunos productos fue mediante el uso de miel de abejas sin aguijón (meliponas) como la abeja xuan kab (*Melipona beecheii*). Esta abeja fue propagada en la península del Yucatán y su miel entra dentro del repertorio cultural de la cultura maya pues, además de usarse como edulcorante, es utilizada en prácticas rituales y medicinales. Tanto la miel de abejas meliponas como la de abejas con aguijón (México es productor de ambas mieles) poseen características nutraceuticas que le permiten la categoría de alimentos funcionales pues se ha reportado su uso quimioterapia y en el tratamiento de heridas e infecciones en los ojos, entre otros (Ajibola *et al.*, 2012; Mendes-dos Santos & Antonini, 2008).

Hoy en día, compilando nuestro pasado histórico, nos hace dar cuenta que México cuenta con una gran variedad de alimentos y bebidas que caen dentro del rubro funcional. Lamentablemente, hubo alimentos y bebidas que en vez de incorporarse a las nuevas formas de alimentación fueron limitándose a ciertas regiones, o desaparecieron o están punto de desaparecer. Por ejemplo, el pulque fue una bebida alcohólica con un alto potencial probiótico, cuyo consumo fue desplazado por la cerveza. Su consumo estuvo limitado a ciertas regiones del país y a ciertos lugares. Hoy en día, un rescate culinario y una nueva forma de pensar, en la que se observa la calidad nutricional y nutraceutica de los productos que se ofrecen en el mercado, están rescatando productos como el pulque.

Dentro de las bebidas funcionales, tanto técnicas e ingredientes prehispánicos se mezclaron con los mismos elementos traídos de Europa y de sus otras colonias. En muchas de ellas se encuentra más de un ingrediente funcional (probióticos, fitoquímicos, prebióticos, etc.).

En la Tabla 1 se muestran algunas bebidas con potencial funcional que pueden ser dadas a conocer en diferentes regiones nacionales e internacionales. Definitivamente, la lista de esta tabla no muestra todas las bebidas conocidas en México, sólo algunas de ellas; sin embargo, es una representación del potencial que México tiene para la generación de alimentos funcionales. No sólo eso, muchos de estas bebidas son coloides que proporcionan diversas texturas que hoy día están revolucionando la gastronomía; por ejemplo, las espumas. México es un gran concededor de espumas como alimentos (Stross, 2011); incluso, se han generado instrumentos como el molinillo para hacer de la generación de espuma un proceso más eficiente (Holguín-Salas *et al.*, 2015).

De las bebidas que se muestran en la Tabla 1 se puede elucidar que la mayoría de ellas son fermentadas. De éstas, hay las poseen en su formulación maíz nixtamalizado (pozol) o cacao (popo). Algunas de ellas presentan una combinación de ambos elementos (tanchuca, tascalate y téjate). Otras son fermentos de otro tipo de ingredientes; por ejemplos, del aguamiel se produce el pulque, de la savia de coyol, la taberna y de la piña, el tepache. Hay bebidas que en sus formulaciones contienen partes de plantas con una gran variedad de fitoquímicos. Por ejemplo, la la rosita de cacao (*Quararibea funebris*) y mamey (*Pouteria sapota*), el jugo de la tuna cardona (*Opuntia streptacantha* Lem), el achiote (*Bixa orellana*) y las semillas de chíá (*Hyptis suaveolens*); ingredientes que se encuentran en las bebidas de téjate, colonche, tascalate y bate, respectivamente.

González-Amaro *et al* (2015) han demostrado que la riqueza en componentes químicos del téjate radica en la presencia de la semilla de mamey (pixtle) y de la rosita de cacao, aportando un mayor contenido en proteína, fibra y lípidos como aceites esenciales. Por su parte, el achiote contiene una serie de aceites solubles pertenecientes a los apocarotenoides; el más estudiado ha sido la bixina.

Este componente ha sido reportado como una de las moléculas más conocidas con capacidad de secuestrar Oxígeno molecular en estado excitado ( $^1\text{O}_2$ ), así como radicales libres, lo que le confiere propiedades antioxidantes y, a la par, se le ha propuesto como una molécula anticancerígena (Rivera-Madrid *et al.*, 2016). Por otro lado, la tuna cardona pertenece a una variedad de tunas que se presentan en las opuntias, de las cuales México posee más del 90% en su territorio de las conocidas mundialmente.

Estudios fitoquímicos de las tunas de las opuntias han demostrado que poseen una gran variedad de compuestos flavonoides y betalaínas, con capacidad antioxidante; además, mediante estudios *in vitro* se ha demostrado que el jugo de estas tunas disminuye la viabilidad celular de líneas celulares cancerígenas de próstata (PC3), colon (Caco2) y de tejido hepático (HepG2) y mamario (MCF-7) (Chavez-Santoscoy *et al.*, 2009).

Finalmente, las semillas de chan/chía son una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs). La chía es rica principalmente en ácidos grasos omega-3 ( $\omega$ 3); estos compuestos tienen propiedades nutraceuticas de gran importancia, pues se ha reportado que su uso baja la incidencia de enfermedades cardiovasculares.

Cabe destacar que los cultivos de chía en México durante la colonia fueron prohibidos y su empleo no estaba permitido por lo que la llevaron casi a la extinción. Lo anterior se debió a la competencia por tierras de labor por otros cultivos más lucrativos y por el uso de la chía en prácticas religiosas aztecas que los españoles no aprobaban (Sosa *et al.*, 2016).

**Tabla 6.1** Algunas bebidas con potencial funcional en México

Bebida	Localidad <sup>1</sup>	Principales ingredientes	Referencias <sup>2</sup>
Axokot	Norte de Puebla: Cuetzalan	maíz blanco y rojo, axocotxihuit, poxne, tzopelicxihuit, plátano	Sánchez-Dirzo <i>et al.</i> , 2010.
Bate	Colima y otras regiones centrales	Semillas de chan/chía ( <i>Hyptis suaveolens/Salvia hispanica</i> )	Cabezas-Elizondo, 2016; Weber <i>et al.</i> , 1991.
Bupu	Istmo de Tehuantepec	Cacao, canela y pétalos de flores	Barros & Buenrostro, 2011.
Colonche	Región norte y central: Chihuahua, Sonora, Zacatecas, Querétaro, Guanajuato e Hidalgo	Jugo de tuna cardona ( <i>Opuntia streptacantha</i> Lem) entre otras especies	Herrera, 2005; Herrera & Ulloa, 1981.
Popo	Sureste del país (Veracruz, Oaxaca)	cacao, azúcar <sup>3</sup> , canela, arroz, raíz (exudado) chupipi	Barros & Buenrostro, 2011.
Pozol	Sureste	Maíz nixtamalizado	Nuraida <i>et al.</i> , 1995.
Pulque	Región central	Aguamiel extraída de varias especies del género <i>Agave</i> (maguey).	Escalante <i>et al.</i> , 2004; Escalante <i>et al.</i> , 2016; González-Mesillas <i>et al.</i> , 2016.
Sambumbia	Estado de México, Ciudad de México	Arroz molido, canela, clavo, pimienta hoja de maíz, pulque; piloncillo.	Quintero-Salazar <i>et al.</i> , 2012.
Taberna	Región sureste: Chiapas	Savia del coyol ( <i>Acrocomia aculeata</i> , <i>Acrocomia mexicana</i> )	Alcántara-Hernández <i>et al.</i> , 2010.
<b>Tanchuca</b>	Tabasco y península de Yucatán	Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), maíz	Barros & Buenrostro, 2011.
<b>Tascalate</b>	Chiapas	maíz, cacao, azúcar, canela, achiote (Bixa orellana)	Corzo-Ríos <i>et al.</i> , 2015.
Tejate	Región Zapoteca de Oaxaca	Maíz nixtamalizado, cacao ( <i>Theobroma cacao</i> y <i>Theobroma bicolor</i> ), mamey ( <i>Pouteria sapota</i> ), rosita de cacao ( <i>Quararibea funebris</i> ) y azúcar	Sotelo <i>et al.</i> , 2012
Tepache	Distribuido en varias regiones de México, principalmente en el centro y sureste	Piña, azúcar sin refinar (morena)	Corona-González <i>et al.</i> , 2013; Lara-Hidalgo <i>et al.</i> , 2017
Tesguino y Tejuino	Región norte y noroeste: Chihuahua, Sonora, Nayarit y Jalisco	Maíz germinado o nixtamalizado, limones, piloncillo	Suela-Silva <i>et al.</i> , 2017
Tuba	Regiones costeras de los estados de Colima, Michoacán y Guerrero	Néctar de las inflorescencias de las palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	de la Fuente-Salcido <i>et al.</i> , 2015

<sup>1</sup> La localidad puede tratarse de una región, un estado o municipio de México.  
<sup>2</sup> La o las referencias seleccionadas para cada bebida la destacan como un alimento funcional ya sea por su calidad probiótica o componentes fitoquímicos que contiene.  
<sup>3</sup> La sacarosa, conocida comúnmente como azúcar, recibe diferentes nombres de acuerdo a su presentación y grado de refinación: azúcar blanca, azúcar morena, piloncillo, panela, etc.

Fuente: Elaboración propia

## Agradecimiento

El autor agradece la colaboración de los Cuerpos Académicos UTSEV-CA-1 Recursos Naturales del Instituto Tecnológico Superior de Acayucan y ITESLCH-CA-1 Investigación-Tecnologías para la Educación y la Salud del Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas.

## Referencias

Aguilar-Piña P. (2013). Cultura y alimentación. Aspectos fundamentales para una visión comprensiva de la alimentación humana. *An. Antropol.* 48: 11-31.

Aguilar-Salinas C.A. (1999). Promoción de la salud para la prevención de las enfermedades crónico-degenerativas vinculadas con la alimentación y el estilo de vida. En: *Salud Comunitaria y promoción de la salud*. Mariano García Viveros Ed. ICEPSS Editores. España. ISBN: 84-89151-17-2.

- Ajibola A., Chamunorwa J.P. & Erlwanger K.H. (2012). Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutr. Metab.* 9: 1-12.
- Alcántara-Hernández R.J., Rodríguez-Álvarez J.A., Valenzuela-Encinas C., Gutiérrez-Miceli F.A., Castañón-González H., Marsch R., Ayora-Talavera T. & Dendooven L. (2010). The bacterial community in 'taberna' a traditional beverage of Southern Mexico. *Lett. Appl. Microbiol.* 51: 558-563.
- Altemimi A., Lakhssassi N., Baharlouei A., Watson D.G. & Lightfoot D.A. (2017). Phytochemicals: extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. *Plants* 6: 1-23.
- Arts I.C. & Hollman P.C. (2005). Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 81: 317S–325S.
- Barclay T., Ginic-Markovic M., Cooper P. & Petrovsky N. (2010). Inulin – a versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *J. Excipients Food Chem.* 1: 27-50.
- Barros C. & Buenrostro M. (2011). Pozol, popo y champurrado. *Revista digital universitaria* 12: 1-9.
- Bengoa A.A., Iraporda C., Garrote G.L. & Abraham A.G. (2018). Kefir microorganisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *J. Appl. Microbiol.* 126: 686-700.
- Bing-Zhang S., Wang Z. & Ying-Xu S. (2009). Purification and characterization of a Radical scavenging peptide from rapeseed protein hydrolysates. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 86: 959-966.
- Cabezas-Elizondo, D.A. (2016). El tejuino, el bate y la tuba bebidas refrescantes: símbolos que perduran de generación en generación en el estado de Colima. *Razón y Palabra* 20: 92-105.
- Canani R.B., Di Costanzo M., Leone L., Pedata M., Meli R. & Calignano A. (2011). Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases. *World J. Gastroenterol.* 17: 1519–1528.
- Chavez-Santoscoy R.A., Gutierrez-Urbe J.A. & Serna-Saldívar S.O. (2009). Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cancer cell cytotoxicity of nine prickly pear (*Opuntia spp.*) juices. *Plant Foods Hum. Nutr.* 64: 146-152.
- Coria-Téllez A., Montalvo-González E., Yahia E.M. & Obledo-Vázquez E. N. (2018). *Annona muricata*: A comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity. *Arab. J. Chem.* 11: 662-691.
- Corona-González R.I., Ramos-Ibarra J.R., Gutiérrez-Gonzalez P., Pelayo-Ortíz C., Guatemala-Morales G.M. & Arriola-Guevara E. (2013). The use of response surface methodology to evaluate the fermentation conditions in the production of Tepache. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 12: 19-28.
- Corzo-Rios L.J., Aguilar-Méndez M.A. & Ramírez-Ortíz (2015). Water adsorption isotherms for tascalate, a powder employed to make a traditional beverage of Chiapas, México. In: Chapter 28, *Advances in Science Biotechnology and Safety of Foods*. García S., García-Galindo H.S. & Nevárez-Moorillón Eds. Asociación Mexicana de Ciencias de los Alimentos, A.C. México.
- De la Fuente-Salcido N.M., Castañeda-Ramírez J.C., García-Almendárez B.E., Bideshi D.K., Salcedo-Hernández R. & Barboza-Corona J.E. (2015). Isolation and characterization of bacteriocinogenic lactic bacteria from M-Tuba and Tepache, two traditional fermented beverages in Mexico. *Food Sci. Nutr.* 3: 434-442.
- Depres J., Forano E., Lepercq P., Comtet-Marre S., Jubelin, G., Yeoman C.J., Miller M.E.B., Fields C.J., Terrapon N., Le Bourvellec C., Renard C.M.G.C., Henrissat B., White B.A. & Mosoni P. (2016). Unraveling the pectinolytic function of *Bacteroides xylanisolvens* using RNA-seq approach and mutagenesis. *BMC Genomics* 17: 147-160.

- Escalante A., Rodríguez M.E., Martínez A., López-Munguía A., Bolívar F. & Gosset G. (2004). Characterization of bacterial diversity in Pulque, a traditional Mexican alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *FEMS Microbiol. Lett.* 235: 273-279.
- Escalante A., LópezSoto D.R., VelázquezGutiérrez J.E., Giles-Gómez M., Bolívar F. & López-Munguía A. (2016). Pulque, a Traditional Mexican Alcoholic Fermented Beverage: Historical, Microbiological, and Technical Aspects. *Front. Microbiol.* 7: 1-18.
- Gallegos-Tintoré S., Chel-Guerrero L., Corzo Ríos L.J. & Martínez-Ayala A.L. (2013). Péptidos con actividad antioxidante de proteínas vegetales. En: “M. Segura Campos, L. Chel Guerrero & D. Betancur Ancona (Eds.), Bioactividad de péptidos derivados de proteínas alimentarias (pp. 111-122)”. Barcelona: OmniaScience.
- Gallegos-Tintoré S., Torres-Fuentes C., Martínez-Ayala A.L., Solorza-Feria J., Alaiz M., GirónCalle J. & Vioque J. (2011). Antioxidant and chelating activity of *Jatropha curcas* L. protein hydrolysates. *J. Sci. Food. Agric.*, 91: 1618-1624.
- Gibson G.R. & Roberfroid M.B. (1995). Dietary modulation of the colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125:1401–1412.
- González-Amaro R.M., Figueroa-Cárdenas J.D., Perales H. & Santiago-Ramos D. (2015). Maize races on functional and nutritional quality of tejate: A maize-cacao beverage. *Food Sci. Technol.* 63: 1008-1015.
- González-Mesillas F., Velázquez-Castro P., Jaimez-Ordaz J. & Zuñiga-Juárez M.A. (2016). Potencial probiótico de bacterias aisladas del pulque: una revisión. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1: 924-930.
- Hammerstone J.F., Lazarus S.A. & Schmitz H.H. (2000). Procyanidin Content and variation in some commonly consume foods. *J. Nutr.* 130: 2086S-2092S.
- Herrera T. (2005). Los hongos en la cultura mexicana: bebidas y alimentos tradicionales fermentados, hongos alucinógenos. *Etnobiología* 5: 108-116.
- Herrera T. & Ulloa M. (1981). *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida valida* yeasts isolated from colonche in SanLus Potosí, México. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 23: 219-223.
- Holguín-Salas A., López-López D., Corkidi G. & Galindo E. (2015). Foam production and hydrodynamic performance of a traditional Mexican milinillo (beater) in the chocolate beverage preparation process. *Food Bioprod. Process.* 93: 139-147.
- Hossain P., Kavar B. & Nahas M.E. (2007). Obesity and diabetes in the developing world. A growing challenge. *N. Engl. J. Med.* 356: 213-215.
- Hosseini E., Grootaert C., Verstraete W. & Van de Wiele T. (2011). Propionate as a health-promoting microbial metabolite in the human gut. *Nutr. Rev.* 69: 245–258.
- Juárez-Montiel M., Ruiloba de León S., Chávez-CarrilloG., Hernández-Rodríguez C. & Villa-Tanaca L. (2011). Huitlacoche (corn smut), caused by the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*, as a functional food. *Rev. Iberoam. Micol.* 28: 69-73.
- King H., Aubert R. & Herman W. (1998). Global burden of diabetes, 1995–2025. *Diabetes Care* 21: 1414–1431.
- Lara-Hidalgo C.E., Hernández-Sánchez H., Hernández-Rodríguez C. & Dorantes-Álvarez L. (2017). Yeasts in fermented foods and their probiotic potential. *Austin J. Nutr. Metab.* 4: 1-8.
- Mendes-dos Santos G. & Antonini Y. (2008). The traditional knowledge on stingless bees (Apidae: Melipona) used by the enawene-nawe tribe in western Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 4: 1-9.

- Mulero-Cánovas J., Zafrilla-Rentero P., Martínez-Cachá-Martínez A. Leal-Hernández M. & Abellán-Alemán J. (2011). Clin. Invest. Arterioscl. 23: 219-227.
- Neuhouser M.L. (2004). Dietary flavonoids and cancer risk: Evidence from human population studies. Nutr. Cancer 50: 1-7.
- Nuraida L., Wacher M.C. & Owens J.D. (1995). Microbiology of pozol, a Mexican fermented maize dough. World J. Microbiol. Biotechnol. 11: 567-571.
- Ocheme O.B., Oludamilola O.O. & Gladys M.E. (2010). Effect of lime soaking and cooking (nixtamalization) on the proximate, functional and some anti-functional properties of millet flour. Au. J. T. 14: 131-138.
- Poprac P., Jomova K., Simunkova M., Kollar V., Rhodes C.J. & Valko M. (2017). Targeting free radicals in oxidative stress-related human diseases. Trends Pharmacol. Sci. 38: 592-607.
- Quintero-Salazar B., Bernáldez-Camiruaga A.I., Dublán-García O., Barrera-García V.D. & Favila-Cisneros H.J. (2012). Consumo y conocimiento actual de una bebida fermentada tradicional en Ixtapan del Oro, México: la sambumbia. Alteridades 22: 115-129.
- Rivera-Madrid R., Aguilar-Espinosa M., Cárdenas-Conejo Y. & Garza-Caligaris L.E. (2016). Carotenoid derivatives in achiote (*Bixa orellana*) seeds: synthesis and health Promoting Properties. Front. Plant Sci. 7: 1-7.
- Roberfroid M.B. (2000). Prebiotics and probiotics: are they functional foods. Am. J. Clin. Nutr. 71: 1682S-1687S.
- Roberfroid M. (2007). Prebiotics: the concept revisited. J. Nutr. 137: 830S-837S.
- Rull J.A., Aguilar-Salinas C.A., Rojas R., Rios-Torres J.M., Gómez-Pérez F.J. & Olaiz G. (2005). Epidemiology of type 2 diabetes in Mexico. Arch. Med. Res. 36: 188-196.
- Saeed M., Yasmin I., Khan M.I., Pasha I., Khan M.R., Shabbir A. & Khan W.A. (2014). Lactic acid bacteria in sourdough fermentation; a safe approach for food preservation. Pak. J. Food. Sci. 24: 211-217.
- Sánchez-Dirzo M.G., López-Ferrer C.E., Flores-Valadez M., Jofre-Garfias A.L., Aguirre-Rodríguez J.A., Morales-Cruz E.J. & Reyes-Chilpa R. (2010). Estudio preliminar del axokot, bebida tradicional fermentada, bajo una perspectiva transdisciplinaria. Investigación Universitaria Multidisciplinaria: Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar 9: 113-124.
- Septembre-Malaterre A., Remiza F. & Poucheret P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. Food Res. Int. 104: 86-99.
- Shahidi A. & Zhong B. (2008). Bioactive peptides. J. AOAC. Int. 91: 914-931.
- Sharma S., Singh R. & Rana S. (2011). Bioactive peptides: a review. Int. J. BioAutomation, 15: 223-250.
- Sosa A., Ruiz G., Rana J., Gordillo G., West H., Sharma M., Liu X. & Robles de la Torre R.R. (2016). Chia crop (*Salvia hispanica L.*): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review. J. Crop Res. Fert. 1: 1-9.
- Sotelo A., Soleri D., Wacher C., Sánchez-Chinchillas A. & Argote R.M. (2012). Chemical and nutritional composition of tejate, a traditional maize cacao beverage from the central valleys of Oaxaca, Mexico. Plant Foods Hum. Nutr. 67: 148-155.
- Stross, B. (2011). Food, foam and fermentation in Mesoamerica. Food, Culture & Society 14: 477-501.

- Suela-Silva M., Ramos C.L., González-Avila M., Gschaedler A., Arrizon J., Schwan R.F. & Dias D.R. (2017). Probiotic properties of *Weissella cibaria* and *Leuconostoc citreum* isolated from tejuino- a typical Mexican beverage. *Food Sci. Technol.* 86: 227-232.
- Tironi V.A. & Añón M.C. (2010). Amaranth proteins as a source of antioxidant peptides: Effect of proteolysis. *Food Res. Int.*, 43: 315-322.
- Torres-Torres, Felipe, ed. (1997): *Dinámica económica de la industria alimentaria y patrón de consumo en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México.
- Udenigwe C.C. & Aluko R.E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *J. Food Sci.*, 71: R11-R24.
- Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T.D., Mazur M. & Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 39: 44-84.
- Vandeputte D., Falony G., Vieira-Silva S., Wang J., Sailer M., Theis S., Verbeke K. & Raes J. (2017). Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. *Gut* 66: 1968-1974.
- Weber C.W., Gentry H.S., Kohlhepp E.A. & McCrohan P.R. (1991). The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. *Ecol. Food Nutr.* 26: 119-125.
- Wild S., Roglic G., Gree A., Sicree R. & King H. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27: 1047-1053.
- Zabat M.A., Sano W.H., Wurster J.I., Cabral D.J. & Belenky P. (2018). Microbial community analysis of sauerkraut fermentation reveals a stable and rapidly established community. *Foods* 7:1-8.