

La espirulina en la historia de la alimentación mexicana

“Cuando aún era de noche, cuando aún no había día, cuando aún no había luz, se reunieron, se convocaron los dioses allá en Teotihuacan. Dijeron, hablaron entre sí: -

-“¡Venid acá, oh dioses! ¿Quién tomará sobre sí, quién se hará cargo de que haya días, de que haya luz?” (Portilla, 1993, p. 15).¹

Shamosh-Halabe S², Torres-Durán PV¹, Ferreira-Hermosillo A¹ and Juárez-Oropeza MA¹

Departamento de Bioquímica, ¹Facultad de Medicina e ²Instituto de Investigaciones Filosóficas; Universidad Nacional Autónoma de México. P.O.B. 70-159, México D.F. 04510, México.

Resumen

Diversos alimentos silvestres, algunos de ellos provenientes del Valle de México, fueron esenciales para la dieta mesoamericana. De acuerdo con los escritos de los cronistas del siglo XVI, la espirulina era uno de esos alimentos que estaban disponibles (Vargas, 2000). El *tecuítlatl*, hoy conocido como espirulina, una microalga que se recolectaba de la superficie de los lagos en la cuenca de México, era particularmente importante como fuente de proteína, vitaminas y minerales. Los aztecas una de las civilizaciones tardías más desarrolladas de la América precolombina, conformada por los antiguos pobladores de México-Tenochtitlán, mantenían una dieta a base de maíz (80% de la dieta) (Paniagua-Michel, Dujardin, & Sironval, 1993), jitomate, chile, chayote, jícama, cebolla, chíca, amaranto, hueva de mosco, fruta, algunas aves y alga espirulina, entre otros alimentos (Casado, 1999). Ésta tuvo un papel muy importante para asegurar una alimentación suficiente, correcta y equilibrada (Paniagua-Michel, Dujardin, & Sironval, 1993). Algunos conquistadores españoles compilaron debidamente todos los animales, plantas y alimentos que encontraron en los nuevos territorios conquistados. Investigadores recientes han encontrado menciones de dicha alga en las obras de: Bernal Díaz del Castillo, el fraile franciscano Bernardino de Sahagún (Ciferri, 1983), Francisco Hernández y el fraile Toribio de Benavente (Ramírez L. O., 2006), entre otros, quienes describieron la recolección por parte de los aztecas, en ciertas épocas del año y en algunos sitios del lago de Texcoco de un “lodo muy fino de color azul”, que consistía principalmente de esta alga. *Tecuítlatl* es un término náhuatl que se refiere al extracto o desecho de las piedras. Para la tradición oral corresponde a *teocuitlabnatl*.

Lo ponían a secar al sol y lo comían en pequeñas cantidades con tortilla o lo usaban para condimentar el maíz (Ramírez & Olvera, 2006). El *tecuítlatl* no fue mencionado más a partir de finales del siglo XVI. Se cree que esto se debe a la falta de antecedentes en su consumo dentro de la cultura occidental

¹ Miguel León Portilla, antropólogo e historiador mexicano y autoridad principal en materia del pensamiento y la literatura náhuatl.

(Ciferri, 1983). Es hasta el siglo XX cuando se redescubre, se rescata y se vuelve a difundir el consumo de la espirulina.

En el presente trabajo se describe su historia, desde el México precolombino hasta el día de hoy, y se destaca la importancia de difundirla como un alimento del México antiguo, con aportes potenciales para la alimentación actual.

El *tecuitlatl*, un alimento ancestral mexicano

La espirulina es uno de los alimentos más antiguos de la Tierra. Su presencia en la Tierra es anterior a la de cualquier vegetal o animal que conocemos.

La altiplanicie central de México ha sido escenario de incontables formas de acción y vida humana, entre tierra de volcanes y lagos, de fértiles valles y llanuras desérticas. Los especialistas afirman que, juntos, los tiempos prehistóricos y la historia antigua del México central abarcan por lo menos diez mil años. Quienes vivieron al inicio del siglo XVI en Mesoamérica, no sólo los aztecas, sino también sus vecinos texcocanos, tlaxcaltecas, y otros más, así como sus predecesores los toltecas, conservaron por medio de la tradición oral y de sus antiguos códices el recuerdo de su pasado (Portilla, 1993).

Las algas, especialmente las microalgas, han sido usadas como alimentos desde tiempos prehistóricos y todavía en la actualidad juegan un papel prominente en las tradiciones culinarias de muchos países, especialmente de Asia (Belay, 2008), y en menor medida en Latinoamérica (Ortiz de Montellano, 2003). La Cultura maya de la Península de Yucatán vivía en un balance precario en medio de la selva, cuyas condiciones no eran adecuadas para la agricultura. Sus tribus se extendían desde Yucatán hasta Centroamérica. No se tienen datos acerca del consumo de espirulina en los mayas. Sin embargo, algunos investigadores dedicados a esta microalga, como el belga Jean Leonard, el japonés Hiroshi Nakamura y el estadounidense Christopher Hills mencionan en sus escritos que los mayas usaban espirulina en algunos alimentos como panes o sopas, formando parte de su dieta diaria y que éstos se referían a los alimentos con espirulina como combinaciones recomendables para una vida sana (Leonard, 1967) (Hills, 1978).

Por su parte, se tienen más registros de la dieta de los aztecas, en los cuales se indica que era habitualmente completa y equilibrada, tanto cuantitativa como cualitativamente. Lo que se puede atribuir, entre otros factores, a ciertos alimentos especiales como el llamado *tecuitlatl*, nombre náhuatl que se le daba a la espirulina. En la alimentación azteca es en la que se encuentran más comentarios y menciones acerca del consumo de esta alga. A pesar de haber permanecido en el olvido, hoy diversos autores sugieren que esta microalga fue uno de los alimentos más importantes que contribuyó al crecimiento de la población en el periodo azteca (Santley & Rose, 1979). El *tecuitlatl*, cuyo nombre

académico se conoce actualmente como *Arthrospira maxima*² era un alimento agradable al paladar (Farrar, 1966) para los nativos del centro de México, que gustaba a la mayoría de los españoles que lo consumieron, quienes la comparaban con el queso europeo (Clavijero, 1780).

El primer registro de la historia que se tiene acerca del consumo de espirulina como alimento para humanos proviene de Bernal Díaz del Castillo, uno de los acompañantes de las tropas de Hernán Cortés, quien señaló en 1521 que la espirulina era cosechada de las aguas del Lago de Texcoco, colada, secada al sol y vendida en el mercado de Tenochtitlán (Díaz del Castillo, 1976). Protagonista de la Conquista en el siglo XVI. Él fue uno de los primeros españoles en entrar a la gran Tenochtitlán. Sus memorias escritas durante los últimos días de su vida, marcadas por un lenguaje simple pero vigoroso, son un clásico de la literatura iberoamericana (Díaz del Castillo, 1955). En su amplia visión de vida y su experiencia de visitar los mercados de la época, Bernal Díaz deja espacio, aunque sea breve, para referirse a este *limo o cieno*:

“... pues pescadores y otros que vendían unos panecillos que hacen de una como lama que cogen de aquella gran laguna, que se cuaja y hacen panes de ello que tienen un sabor a manera de queso” (Díaz del Castillo, 1955, p. 279).

Sin embargo, tal como se comentó acerca de los mayas, se han encontrado referencias que hablan del consumo de espirulina desde tiempos anteriores a los de los aztecas (Furst, 1978).

En el presente trabajo se abordan principalmente los registros donde se han encontrado vestigios de que los aztecas consumían espirulina.

Tenochtitlán, la capital de los aztecas, había sido construida en una isla dentro del Lago de Texcoco, cuyas aguas salobres no son aptas para el consumo humano. La isla estaba conectada al resto de las extensiones de Texcoco a través de tres calzadas elevadas.

El área lacustre de lo que hoy es el Valle de México abarcaba desde Xochimilco hasta Texcoco, aunque dividido en dos segmentos, uno al sur, de agua dulce, en el que habitaban algunos peces; y el otro al norte, salino y de menor tamaño. Este último mantenía una concentración elevada de sales minerales con agua no necesariamente potable. Además, estaba rodeada por calzadas elevadas lo que permitía que su nivel fuera superior al segmento mayor. A los ojos de los españoles, el segmento salino del norte representaba una gran desventaja en términos de riqueza alimentaria, mientras que para los pobladores iniciales era fuente sagrada de un alimento no conocido para los europeos: la espirulina.

Es precisamente esta agua de salmuera³ la que daba vida al *tecuitlatl*. La espirulina es un organismo extremófilo que se adapta y se reproduce en condiciones extremas de alcalinidad y de salinidad como

² *Arthrospira maxima* es la cepa que crece en Texcoco y en otros lagos de Latinoamérica, mientras que *Arthrospira platensis* es la cepa que se da en África.

las que prevalecen en esta parte del lago. Con esas condiciones la espirulina prolifera casi como un monocultivo (Rojas, 1998).

Por su parte, el agua para consumo humano provenía del segmento mayor en el lado sur y circulaba a través de un acueducto.

El tamaño de Tenochtitlán asombró a Hernán Cortés y a sus acompañantes a su llegada en 1520. Sus estimados acerca de la población siempre fueron ridiculizados como exageraciones; sin embargo, la descripción de Cortés de sesenta mil familias concuerda razonablemente con la estimación que más tarde realizaría Humboldt (Humboldt, 1811). Desde una perspectiva conservadora, eran ciudades mucho más pobladas que las de Europa (Farrar, 1966).

De lo anterior, surge la interrogante acerca de cómo se alimentaba una población tan grande, especialmente en un país cuya agricultura y ganadería resultaban tan primitivas ante los ojos de los recién llegados españoles.

El alimento básico y de primera necesidad era el maíz; no obstante, las variedades que se cultivaban en aquella época no tenían altos rendimientos. De acuerdo con algunas de las descripciones de los conquistadores acerca de los utensilios de cerámica que se ofrecían a la venta en el gran mercado de Tenochtitlán, parece que el pueblo, si bien no moría de hambre, sí enfrentaban serias dificultades para obtener recursos alimentarios (Taylor, 1861). Vale la pena mencionar que la presión para cubrir estas necesidades básicas llevó, entre otras cosas, al aprovechamiento de las famosas chinampas, conocidas como huertos flotantes y a la búsqueda de fuentes no convencionales de alimentos que se obtenían de los lagos.

Una de las hipótesis menos estudiadas, que vislumbra la posibilidad de entender la interrogante acerca de las formas de alimentación de los habitantes de Tenochtitlán es el hallazgo de uno de los alimentos peculiares de los aztecas, que encontraron los españoles. Fue esta sustancia de color verde y con tonos azulados llamada *tecuitlatl*, la que se recogía en el salobre Lago de Texcoco y se le vendía en los mercados. Se la comía con maíz o con una salsa hecha de una mezcla de chiles y tomates (Ortiz de Montellano, 2003).

En los cultivos de espirulina cuando hay suficiente crecimiento del alga se forma una especie de manto en la superficie que tiende a desplazarse y adherirse a las orillas, así como a las piedras y a las costras de sal que abundan en el lago de Texcoco. A simple vista se percibe como si la espirulina emanara de estas piedras.

El hecho de que existan términos o palabras para designar a los alimentos en lengua náhuatl, es un indicio suficiente que evidencia su consumo, y tiene un valor de credibilidad suficiente que da pistas de su consumo en la época prehispánica. Por contraste lo que no revela esta información es la cantidad,

³ Según el Diccionario de la Real Academia Española, la salmuera se refiere a agua cargada de sal o aquella agua que sueltan las cosas saladas.

formas y maneras de consumo. Como ejemplo se mencionan el amaranto, las combinaciones de maíz y frijol y algunos insectos.

En el *Códice Florentino* aparecen tres nombres para la espirulina, además del ya mencionado *tecuitlatl*: *acuítlatl*, *azóquiltl* y *amomoxtli* (Sahagún, 1979).

A continuación se describen referencias de algunos cronistas que hacen referencia acerca de los usos y costumbres del *tecuitlatl*, alimento ancestral mexicano; uno de los que lo mencionan más de una vez es el historiador y religioso mexicano del siglo XVIII Francisco Javier Clavijero, quien además lo resalta, al incluirlo en un apartado de su obra que se titula: “Alimentos de los mexicanos” (Clavijero, 1780 p.264):

“Comían no solamente de las cosas vivientes, sino que aún de cierta sustancia limosa que sobrenada en el lago, la cual recogían, secaban un poco al sol y hacían de ella unas tortas que volvían a secar y guardaban para que les sirviese de queso, cuyo sabor remeda. Daban a esta sustancia el nombre de *tecuitlatl*, excremento de piedra. Acostumbrados a estos y semejantes alimentos, los mexicanos no los desecharon aun en época de su mayor abundancia, y así se veían en todo tiempo llenos los mercados de ml especies...”. (Clavijero, 1780).

Prescott resalta como valiosa la cita anterior y la transcribe en su famoso libro acerca de la Conquista de México en el que señala, por lo menos en dos ocasiones, referencias breves acerca de un *limo* o *cieno* que se cosechaba de la superficie del lago y era consumido por los habitantes de Tenochtitlán (Prescott, 1866, p. p. 284 y 536).

No obstante, Clavijero es considerado como una fuente secundaria cuando uno se encuentra con las referencias del español y cronista de Indias Bernal Díaz del Castillo.

Al respecto, Soutelle, 2006 menciona que los campesinos quienes vivían cerca de los bordes de la laguna, recogían sobre el agua misma esta sustancia flotante o *tecuitlatl*, un poco parecida al queso y que era exprimida para hacer pan y ofrecida en los mercados para el resto de la población. El referente que los cronistas utilizan del queso es únicamente una analogía para que pueda comprenderse a que se refiere con este alimento desconocido para los europeos; esta comparación, si bien ayuda en la forma y en cierta apariencia, oculta la gran diferencia: el valor nutrimental, desde luego a favor de la espirulina.

Pomar en 1580, de la misma manera que Bernal, le llama “lamas verdes” y agrega:

“... lo cual hecho tortas y cocido, queda con un color verde oscuro, que llaman los españoles queso de la tierra” (Pomar, 1941).

El México prehispánico: uso médico, ceremonial y cotidiano

Los aztecas según la tradición, vinieron desde las tierras del mítico Aztlán o Mexcaltitlán, desde las grandes llanuras hacia la meseta central o altiplano mexicano, reconocido por ellos con el nombre de Anáhuac, que significa 'junto al agua' (Códice-Martinense-del-Real-Palacio, 1906).

Al hablar de la alimentación de la cultura de Anáhuac es necesario marcar la diferencia, que en la actualidad casi no se percibe, entre los alimentos cotidianos y los alimentos ceremoniales o festivos. Varios autores hacen referencia a siete alimentos principales que formaban el universo nutrimental de los mexicas: maguey (*metl*), nopal (*nopalli*), chile (*chilli*), maíz (*cintli*), frijol (*etl*), calabaza (*ayotl*) y amaranto (*huautli*) (Quevedo & Leyva, 2004). Añádase la chíá que se sabe era almacenada en las trojes de los señores o *tlatiques*.

Se entiende la ausencia de la espirulina en esta lista por la falta de conocimiento de los cronistas en relación al valor nutrimental de los alimentos consumidos. De acuerdo con la tradición oral, como ha sido mencionado, esta microlaga se relacionaba con alimentos sagrados, por lo que se presume que el consumo del *tecuítlatl* estaba relacionado con ciertos rituales de la época y que además era consumida por mensajeros, guerreros y gobernantes, quienes mantenían exigencias mayores en su rendimiento físico.

Una búsqueda ardua entre otras Crónicas del siglo XVI, revela referencias al respecto. Hernán Cortés en sus *Cartas de Relación* no menciona este *limo*, excepto en una referencia que hace acerca de la recolección de [una tal] sal de las orillas del lago en ciertas festividades, en la que se puede ubicar la costumbre de consumir el *tecuítlatl* en épocas especiales (Cortés, 1960, p. 51):

“En estas ciudades hay mucho trato de sal, que hacen del agua de la dicha laguna, y de la superficie que está en la tierra que baña la laguna, la cual cuecen en cierta manera y hacen panes de ella dicha sal, que venden para los naturales y para fuera de la comarca” (Cortés, 1960 p. 51).

Resulta interesante comentar que Hernán Cortés, a su regreso, luego de los tiempos de la conquista y ya en su retiro en España, aportó diversos materiales que forman parte de los textos de un libro escrito por un eclesiástico e historiador español, quien destacó como cronista de la conquista española, a pesar de que nunca cruzó el Atlántico ni visitó el Nuevo Mundo: Francisco López de Gomara. Este humanista, se quedaba en casa de Hernán Cortés como capellán y escuchaba con atención todo lo que decían aquellos que por allí pasaban, para crear varios libros escritos de oídas y a gusto de su patrono (Guzmán, 1989).

Gomara, en su famoso texto *La Historia General de las Indias y todo lo acaescido en ellas desde que se ganaron hasta agora y la Conquista de Mexico y de la Nueva España*, escribe lo siguiente acerca del *tecuítlatl*:

“... y aun tierra; porque con redes de malla muy menuda abarren en cierto tiempo del año una cosa molida que se cria sobre la agua de las lagunas de Méjico y se cuaja, que ni es yerba, ni tierra, sino como cieno. Hay de ello mucho y cogen mucho; y en eras, como quien hace sal, lo vacian, y allí se cuaja y seca. Hácenlo tortas como ladrillos, y no solo las venden en el mercado, mas llévanlas tambien á otros fuera de la ciudad y lejos. Comen esto como nosotros el queso, y así tiene un saborcillo de sal, que con *chilimoli* es sabroso. Y dicen que á este cebo vienen tantas aves á la laguna, que muchas veces por invierno la cubren por algunas partes” (López-de-Gomara, 1997).

Una vez extraído y secado un poco al sol, le dan los indígenas forma de pequeñas tortas; se pone entonces otra vez al sol y sobre yerbas frescas hasta que seca perfectamente, y se guarda luego como el queso por solo un año (Rojas, 1998).

El *tecuitlatl* inmediatamente después de la conquista

Fray Toribio de Benavente, misionero franciscano e historiador de la Nueva España, se caracterizó por ser uno de los defensores de los indígenas en los tiempos de la conquista. Mejor conocido como el mote de Motolinía (pobrecito o desdichado en náhuatl) vivió entre los *mexicas* por muchos años; conocía y hablaba su lengua y compartió sus costumbres, además de participar de sus ritos alimenticios. Sus memorias escritas aproximadamente en el año de 1541 parecen ser notas de un primer borrador de su famosa obra *Historia General* en la que su versión acerca de la preparación del *tecuitlatl* es más rica y detallada que la de Gomara:

“Críanse sobre el agua de la lagunas de México unos como limos muy molidos y á cierto tiempo del año que están más cuajados, cógenlos los indios con unos redejoncillos de malla muy menuda, hasta que hinchen los acales ó barcos dellos, y á la ribera hacen sobre la tierra ó sobre arena unas eras muy llanas con su borde de dos ó tres brazas⁴ en largo y poco menos de ancho, y échanlos allí á secar; echan hasta que se hace una torta de gordor de dos dedos y en pocos días se secar hasta quedar en gordor de un ducado escaso; y cortada aquella torta como ladrillos anchos, cómenlo mucho los indios y tienense buenos; anda esta mercadería por todos los mercaderes de la tierra, como entre nosotros [el queso]; los que son de la sala de los indios es bien sabroso, tiene un saborcillo de sal” (Motolinía, 1973).

⁴ Una braza equivale a 1-7 metros.

Otro gran autor, cuyos textos son considerados entre los documentos más valiosos para la reconstrucción de la historia del México antiguo antes de la llegada de los conquistadores españoles, es el fraile franciscano Bernardino de Sahagún. Su contribución acerca del *tecuitlatl* a pesar de ser breve no deja de ser interesante:

“Hay unas urronas⁵ que se crían sobre el agua que se llaman *tecuitlatl*; son de color azul claro; después hacen unas tortas de ello, y tostadas las comen” (Sahagún, 2002).

La espirulina es la última de las llamadas “sabandijas” comestibles que viven en el agua según Sahagún. Ahora se sabe que no es una sabandija, sino un alga primitiva. Unos la llamaron limo o cieno, otros urronas, y otros lamas. Ya preparada, los españoles la equiparaban con el queso por su saborcillo salado; pero, éstos no parecen haberse aficionado al *tecuitlatl* (Rojas, 1998).

Inmediatamente después de la conquista, al igual que en el México precolombino, el *tecuitlatl* se comía con maíz tostado o con las comunes tortillas. Casi siempre, los españoles que por primera vez lo conocían le llamaban queso, aunque tal vez para ellos era menos agradable y con cierto aroma a cieno; cuando es reciente su cosecha es azul o verde, ya viejo es color de limo, verde tirando a negro, comestible sólo en muy pequeña cantidad, y esto en vez de sal o condimento del maíz. En cuanto a las tortillas que hacen del *tecuitlatl*, eran alimento rústico para los autóctonos; pero, considerado malo para los españoles, prueba de ello es que quienes no desaprovechaban nada de lo que sirve de regalo al paladar, sobre todo en tierras mesoamericanas, jamás llegaron a comerlas (Hernández, 1959).

El *tecuitlatl* en Nueva España

En la época novohispana, una de las más reconocidas autoridades fue la del naturalista Francisco Hernández, quien fue enviado por el Consejo de Indias para investigar acerca de la flora, la fauna y los minerales de la Nueva España y su posible explotación económica. Estos resultados fueron compilados entre 1570 y 1577, pero los manuscritos fueron extraviados y no se logró una publicación razonable sino hasta 1790 (Hernández, 1959-1984).

En aquellos textos no se menciona el *tecuitlatl*, pero existe un compendio de las notas no publicadas en el que sí menciona el *cieno* como parte de un capítulo que aparece bajo el título de *minerales*. Las notas se mantienen en manuscritos en español y aparecen en la *Historia de los minerales* de Francisco Hernández (Barreiros, 1929):

⁵ Urrona se refiere a una especie de rompecabezas, no es una palabra del idioma español y puede provenir de alguna lengua mexicana o de una traducción inadecuada.

“Brotan el *tecuitlatl*, que es muy parecido al limo, en algunos sitios del vaso del lago mexicano, y gana al punto la superficie de las aguas de donde se saca o se barre con redes o se apila con palas. Una vez extraído y secado un poco al sol y sobre yerbas frescas hasta que se seca perfectamente, y se guarda luego como el queso por un año. Se come cuando es necesario con maíz tostado o con las comunes tortillas de los indios. Cada venero de este limo tiene su dueño particular, a quien rinde a veces una ganancia de mil escudos de oro anuales. Tiene sabor de queso y así lo llaman los españoles, pero menos agradable y con cierto olor a cieno; cuando reciente es azul o verde; ya viejo es color de limo verde tirando a negro, comestible sólo en muy pequeña cantidad, y esto en vez de sal o condimento del maíz. En cuanto a las tortillas que se hacen de él, son alimento malo y rústico, de lo cual es buena prueba el hecho de que los españoles, que nada desaprovechan de lo que sirve al regalo del paladar, sobre todo en estas tierras, jamás han llegado a comerlas” (Hernández, 1959 . 1984).

Los españoles estaban confundidos evidentemente acerca de cuál debía ser la categoría más adecuada del *tecuitlatl*; no podían identificarla como planta (al no tener microscopios), a pesar de que se multiplicaba y entonces la dejaban en el campo de los minerales, pues en esa época de alquimia se mantenía la creencia de que los minerales procreaban también (Farrar, 1966).

A pesar de la invasión europea, la alimentación precolombina trascendió hasta nuestros días. Esta alimentación pertenece a una de las cuatro culturas consideradas como base de la humanidad, la sumeria, la egipcia, la china y la mesoamericana. Los siete guerreros de la alimentación, mencionados anteriormente junto con el *tecuitlatl* y una extensa variedad de alimentos nutritivos como las verdolagas, los quelites, el cilantro, las pipizcas, los pápalos, los hongos de temporada y demás vegetales, hasta nuestros días, forman parte de nuestra tradición y cultura. Los cronistas y relatores españoles fueron cautivados por la exquisitez de los manjares de la época y por la abundancia de productos, para ellos exóticos, que se ofrecían en los mercados (Quevedo & Leyva, 2004).

Resulta interesante conocer lo que sucedió durante la época de la colonia con los usos y las costumbres del *tecuitlatl*, que con el paso del tiempo se usaba cada vez menos.

La población nativa diezmó a causa de brotes repetidos de viruela, con lo que en aquellos primeros años de la ocupación española, en los que reinaba la confusión, milenarias tradiciones se perdieron (López de Gomara, 1826) (Hernández, 1959-1984).

En cierto momento desconocido, probablemente cerca del año 1550, la práctica de cosechar y preparar el *tecuitlatl* tuvo que haber terminado; al punto que otros relatores de Indias como Acosta, quien estuvo en México durante los años 1586 y 1587 ya no menciona al *tecuitlatl* (Acosta, 1880).

Es así que los registros en la historia de este alimento ancestral se fueron perdiendo.

Friedrich Heinrich Alexander, el Barón de Humboldt, naturalista y explorador prusiano, no menciona en sus escritos al *tecuítlatl* (Humboldt, 1811). Sin embargo, esto puede deberse a que para los primeros años del siglo XIX, el desagüe del lago estaba ya muy avanzado y éste tan sólo ocupaba una fracción de lo que solía ser en los tiempos de la conquista (Farrar, 1966).

Después de la conquista y de acuerdo a las referencias y a los datos de la época, para los aztecas el *tecuítlatl*, a pesar de haber sido consumido antes y durante la conquista y sin efectos secundarios reportados, empezó a caer en el olvido (Farrar, 1966).

La explicación acerca de qué ocurrió con el *tecuítlatl*, después de la conquista, aún permanece en el misterio. Los informes de su uso fueron disminuyendo con el tiempo, a medida que los lagos se desecaban y menguaba su importancia, y la identidad de la sustancia nutritiva se perdió con el transcurrir del tiempo.

Los naturalistas citan el *tecuítlatl* hasta el siglo XVI, pero no más tarde. Probablemente, su uso declinó poco después de la llegada de los conquistadores, que desecaron los grandes lagos del valle de México para establecerse en los terrenos así ganados (Henrikson, 1994). Por seguro la espirulina no se integró en la dieta mestiza, a pesar de las citas expuestas este alimento ancestral pudo quedar como consumo originario con tendencia decreciente. De hecho después de 250 años de no consumirse se hubiera perdido hasta su nombre. Pero, aunque los españoles no le dieron la misma importancia que le atribuyeron los mesoamericanos, su nombre permaneció cuidado por aquellos pocos que la siguieron consumiendo y así esta especie milenaria sobrevivió.

Resulta interesante profundizar en el nombre que se le daba a la espirulina ya que de acuerdo con la tradición oral el nombre *tecuítlatl* no es el nombre completo con el que los pobladores mesoamericanos la llamaban. Este nombre proviene de uno más antiguo conocido como *teocuitlabuatl*. Seguramente los españoles al no saber pronunciar esta palabra y por economía de lenguaje crearon la elipsis *tecuítlatl*. Vale la pena resaltar las partes que forman el término *teocuitlabuatl*.

Teo en náhuatl refiere a lo sagrado o a la divinidad; *cuitla*, es la excreción o el brote (partícula similar a la del *cuitlacoche*) y a su vez *tlalli* se emplea para denominar a la tierra; *hua*, se usa para contenedores, vasijas o matrices como el huacal, el *huaje* o el *huéhuett*; y por último el sufijo *tl* es el artículo. De este modo una interpretación bastante aproximada que se formula con base en la tradición oral es:

Teocuitlabuatl es la sagrada excreción que la tierra genera o que emana de ella.

Por otro lado se sabe, de acuerdo a algunos escritos provenientes de la expedición belga Saharán, que los africanos, en las cercanías del Lago Chad, también tenían el hábito del consumo de esta microalga verde-azulada, cuya especie hoy se sabe que es *Arthrospira platensis* (Leonard, 1966). Es así que la clave

para su identificación no vino de México, sino de un científico belga, Jean Leonard, quien descubrió que unas tortas azules llamadas *dibe*, que comen los pueblos de las orillas del lago Chad⁶, en el centro del África Occidental, estaban compuestas de la misma sustancia de algas que eran recogidas de la superficie del lago, secadas al sol en forma de panes, para luego comerlas con una salsa de tomates (es importante notar la semejanza con la descripción de Motolinía) (Leonard, 1966). Y lo más curioso es que, parece que todos estos ingredientes se introdujeron en Chad después de la conquista de México (Ortiz de Montellano, 2003).

Así fue como Leonard es considerado como aquel que redescubrió el *dibe* y que realizó el primer análisis del contenido proteico de la espirulina, obteniendo un valor cercano al 50% de peso seco (Chamorro, et al, 2002).

De *tecuítlatl* a espirulina, su redescubrimiento y uso en la actualidad

El *tecuítlatl* se llamó espirulina a partir de que su forma espiralada fue vista por primera al microscopio, por científicos europeos (Leonard, 1966). Es un micro-organismo procariote comestible, fotosintético, filamentosos y multicelular (Rojas, 1998). Es una de las fuentes de nutrición más completa y concentrada que existe en la naturaleza. Contiene un amplio espectro de nutrimentos profilácticos y terapéuticos que incluyen las vitaminas del complejo B, un amplio surtido de minerales, proteínas y ácido gamma-linolénico; antioxidantes como el beta-caroteno, la vitamina E, y oligoelementos; y una cantidad importante de compuestos bio-activos inexplorados como la ficocianina (Chamorro et al, 2002) (Tórres-Duran et al 2010).

La espirulina se aisló por primera vez por Turpin en 1872. En 1831, Rich, identificó la *espirulina plantensis* (*Arthrospira*), como un constituyente del fitoplankton en los lagos del Valle del Rift en el Este de África (Ciferri, 1983). Dangeard describió en 1940 en la revista de la Sociedad Linneana de Bordeaux, una investigación sobre el *dibé*, consumido por los nativos de la África Ecuatorial Francesa lo que hoy se conoce como la República de Chad. Casi 25 años más tarde, redescubrió el *dibé* (Rojas, 1998) (Chamorro et al, 2002).

Hasta los años sesenta predominaba un escaso conocimiento acerca de las propiedades terapéuticas y nutrimentales de la espirulina, y en la mayoría de los hogares mexicanos se había dejado de consumir. Sin embargo, parece que siempre permaneció un vago recuerdo en la memoria colectiva de los mexicanos, lo que ha impedido que se olvide por completo. La disminución notable en el consumo de la microalga puede deberse a que se dejó de cosechar de la superficie del lago de Texcoco. El crecimiento desordenado y acelerado de la zona metropolitana ha afectado seriamente la ecología de este ecosistema natural en el que la microalga creció desde tiempos inmemoriales.

⁶ Los kanembous en África mantuvieron el consumo de este alimento a lo largo del tiempo.

La espirulina se convirtió, con el transcurrir de los años, en un alimento poco conocido y casi olvidado. Inclusive, durante mucho tiempo, en la Colonia, resultó imposible identificar el crecimiento de esta alga en las aguas del lago de Texcoco. Los esquemas del desagüe del lago de 1607 a 1789 y precisamente los de 1885 a 1900 fueron seguidos de una gran expansión demográfica que alteraron radicalmente las tierras del ecosistema del Valle de México. Así, el desuso del *tecuítlatl* pudo haber sido la consecuencia de la propia contaminación del lugar que ya no garantizaba la pureza del alimento (Rojas, 1998).

A pesar de su desaparición, casi por completo, hubo un hecho que propició el reencuentro con la microalga, el cual se detalla a continuación:

En el año 1967 se observó que la espirulina se recolectaba en grandes cantidades en los tanques de evaporación del lago de Texcoco (Sánchez, 1994).

Hasta ese mismo año se volvió a poner atención en la microalga, cuando en los tanques de evaporación de la industria Sosa Texcoco S.A. se observó que una especie desconocida de color verde-azul crecía, en la superficie, en grandes cantidades (Ramírez & Olvera, 2006). Irónicamente, el renacimiento de las granjas de cosecha de espirulina en el lago de Texcoco se produjo por un curioso accidente. En 1943 se formó la empresa Sosa Texcoco para extraer carbonato de sodio de las aguas alcalinas del lago. Una espesa capa, cuyo crecimiento era desconocido para sus acuicultores, cubría de verde-azulado la superficie de los estanques del lago (Challem, 1981). Sin saberlo la compañía, los estanques de destilación que ellos habían construido para ese propósito, sirvieron después para replicar las condiciones del crecimiento óptimo de la nativa espirulina. La empresa mexicana Sosa Texcoco S.A., a finales de los años sesenta, identificó una especie de alga verde-azul, no reconocida que crecía en el evaporador, mejor conocido como el *caracol*, en el lago de Texcoco (Cruickshank, 1998). Este hallazgo, que pronto se convirtió en una molestia, fue señalado en su momento al Instituto Francés del Petróleo⁷, entidad que brindaba asistencia tecnológica a Sosa Texcoco. Después de un intenso intercambio de información, el Instituto informó a Sosa Texcoco que se trataba de un alimento ancestral, mismo que había sido identificado por el investigador belga Jean Leonard, mencionado anteriormente. Este alimento era consumido por la tribu de los Kanaembous en el norte de África. En 1976, investigadores de la Oficina de Investigación Científica y Tecnológica Ultramarina de París (ORSTOM, por sus siglas en francés), realizaron un estudio sobre los valores nutricionales del *dibé*. A los integrantes del Instituto Francés del Petróleo, le llamó la atención que los kanembous son personas con buen estado físico, sanos, altos y sobre todo, grandes corredores. Esto les hizo interesarse por el aprovechamiento de esta cianobacteria, por lo que realizaron un nuevo análisis proteico en el cual se obtuvo un rango de 62 a 68% del peso seco, sorprendiendo aún más que el estudio realizado por Leonard (Ciferri, 1983).

Esto motivó a ambas entidades a llevar a cabo estudios y experimentos encaminados al aprovechamiento del *tecuítlatl*, el cual fue identificado oficialmente como *Spirulina máxima* (ahora

⁷ El Instituto Francés del Petróleo brindaba servicios y asistencia tecnológica a la empresa mexicana.

Arthrospira máxima). Como producto de estas investigaciones instalaron una planta de procesamiento en las orillas del *Caracol* del lago de Texcoco con una producción cercana a las 500 toneladas de espirulina seca al año (Sasson, 1997). Sosa Texcoco S.A. se convirtió en una empresa que producía sales y alga espirulina. La empresa se ubicaba en el municipio de Ecatepec en el Estado de México. Esta empresa llegó a emplear hasta dos mil trabajadores. El caracol es un evaporador solar gigante de hélice espiral, un embalse de agua formado por un sedimento del Lago de Texcoco, de unos 3,200 metros de diámetro (Shamosh-Halabe S. , 2009), que servía para la evaporación solar de las aguas altamente saladas del lago, parte de un proceso industrial para la elaboración de álcalis (Bucay, 2003).

Por aquella época se celebró en México el VII congreso Mundial del Petróleo, en el cual la empresa entró en contacto con técnicos del Instituto Francés del Petróleo que estudiaban entonces el aprovechamiento en el África Central del Alga (Rojas, 1998). Por ese motivo en 1973 se desarrolló la instalación de una planta piloto semi-industrial con una capacidad de producción de tonelada diaria de biomasa deshidratada (Ramírez & Olvera, 2006).

A pesar de los esfuerzos de Sosa Texcoco en la comunicación de las propiedades nutrimentales y curativas de la microalga y al tratar de mezclar la espirulina con otros alimentos populares para introducirla en los desayunos escolares del DIF, no hubo el tiempo necesario para difundir con éxito estas propiedades, debido al cierre inesperado de la empresa. Uno de los intentos más famosos consistió en la elaboración de una receta que combinaba donas de chocolate con espirulina, las cuales no terminaron de satisfacer las necesidades gustativas del paladar de los niños mexicanos. Además, al hornear las donas, se ignoró el hecho de que muchos de los nutrientes de la microalga se deterioran con el calentamiento a altas temperaturas. No obstante, el factor más importante que afectó en las incipientes estrategias de comunicación de Sosa Texcoco fue el estallido de la resonada huelga, que tuvo lugar el día 23 de septiembre de 1993, la cual duró varios años y, cuyo fallo, al final fue a favor de los trabajadores. La empresa permanecía en quiebra por lo que no pudo reabrir sus puertas y hasta el día de hoy permanece cerrada. Se han propuesto diversos planes para las 800 hectáreas cuadradas que conformaban la propiedad de la empresa; desde la construcción del Aeropuerto Internacional de la ciudad de México, hasta diversos proyectos para la construcción de escuelas y bibliotecas. Sin embargo, la empresa se privatizó y sus terrenos han sido ocupados por grandes empresas constructoras, como la que se encargó de la construcción de la zona habitacional conocida como Las Américas (Anónimo, Mexican Labor, 1999).

Sosa Texcoco era la empresa más importante del mundo en lo que se refiere a producción de microalgas. Su desaparición afectó severamente a la comercialización y comunicación de este alimento. Con el cierre de Sosa Texcoco, las empresas que se dedicaban a comercializar la espirulina se vieron en la necesidad de importarla de otros países lo que influyó, con el paso del tiempo, en la escasez del producto, ya que cada vez menos empresas tenían disponible este alimento ancestral.

Por segunda ocasión en la historia de este alimento en México, la espirulina se enfrentaba a la indeseable posibilidad de permanecer en el olvido.

No es sólo que se dejó de comunicar, más bien la microalga en México se dejó de consumir. No había espirulina, ni granjas que la produjeran, ni empresas que la vendieran. Aquel que deseaba adquirirla en México debía importarla de otros países. Algunos consumidores frecuentes de la microalga de Sosa Texcoco acudían a sus instalaciones con el objeto de conseguir el alimento para su consumo personal. La empresa estaba en huelga y el acceso a las instalaciones era cada vez más restringido. Sin embargo, luego de hacer amistad con el personal de la empresa, lograron conseguir la espirulina que se había quedado en forma de polvo seco, en las bodegas. Ésta no era de la mejor calidad y se terminó, al cabo de unos meses. No había más producto disponible en México. La escasez ocasionó que un grupo de investigadores y empresarios mexicanos, consumidores asiduos de este alimento se interesaran en el cultivo y la cosecha. Este hecho marcó el comienzo de un proyecto que forma parte de uno de los esfuerzos más importantes para rescatar la producción, comercialización y difusión de la espirulina. Es importante señalar que estos investigadores y empresarios han participado en diversos proyectos con el Gobierno para tratar de rescatar la producción de este alimento ancestral en nuestro país. La visión multidisciplinaria del grupo logró tener una comunicación estrecha y efectiva gracias a sus motivaciones comunes de rescatar los usos y costumbres de la alimentación ancestral, a través de la reincorporación, en la alimentación humana, del que para ellos era el alimento más completo de la Tierra: la espirulina (Honorable Cámara de Diputados, 2004).

La pregunta crucial era dónde producir espirulina de alta calidad. Comenzaron en Texcoco cerca de los terrenos que pertenecían a la empresa Sosa Texcoco. Apoyados por académicos de la UNAM y de la UAM se percataron de las limitaciones de producir en Texcoco. El crecimiento desmedido de la mancha urbana y la consecuente contaminación del lago de Texcoco frenaron sus sueños y expectativas de rescatar la producción mexicana. Todos los esfuerzos realizados previamente en Texcoco, fueron retomados y se enfocaron en producir a gran escala *Arthrospira maxima*.

Actualmente se han visto materializados aquellos sueños que les permitieron nacer y este grupo emprendedor cultiva y cosecha la espirulina en uno de los ecosistemas más puros del planeta, el desierto de Atacama, al norte de Chile. Además, para fines del año 2015 se espera que el grupo concrete un proyecto para instalar una granja de producción de microalgas en la República mexicana, hecho que pretende rescatar y devolver el cultivo y la cosecha de este alimento ancestral a tierras mexicanas.

Hoy, como en la antigüedad, se sabe que la espirulina puede ser consumida por personas de cualquier edad, sin distinción de sexo ni actividad. Es recomendable para bebés desde el momento que termina la lactancia, mujeres embarazadas, niños y jóvenes, deportistas y adultos mayores. Se recomienda mezclarla con alimentos frescos y naturales para enriquecer su valor nutrimental. La ración diaria

recomendada para un adulto mayor es de 5 gramos, equivalente a una cucharada sopera de polvo. Para un niño es la mitad y para los bebés 1 gramo es suficiente.

Conclusiones

La espirulina es un alimento ancestral de México que ha sido consumido especialmente por los aztecas. Fue considerada como un alimento importante en la dieta mesoamericana, la cual, sin pretenderlo, la dio a conocer al mundo. Después de la llegada de los españoles a Mesoamérica, los usos y costumbres del consumo popular de espirulina se fueron perdiendo. Aunque la causa de su desuso permanece incierta, entre las razones principales se encuentran las siguientes:

1. A pesar de que el *tecuitlatl* era un alimento agradable al paladar de los nativos del centro de México y que gustaba a la mayoría de los españoles que lo consumieron; estos últimos, por razones ajenas a la espirulina, desecaron los grandes lagos del valle de México para establecerse en los terrenos conquistados.
2. La disminución notable en el consumo de la microalga puede deberse a que se dejó de cosechar en la superficie del lago de Texcoco. Con el paso del tiempo, las nuevas generaciones ya no la conocieron, permaneciendo como una costumbre restringida.
3. Permanece la hipótesis entre los pobladores del lago de Texcoco acerca de que el *tecuitlatl* era un alimento sagrado, del cual los guerreros obtenían ciertos poderes y una fuerza especial. Al cuestionarlos sobre el destino del *tecuitlatl*, durante la colonia, ellos hacen referencia a que los españoles lo fueron prohibiendo con el paso del tiempo para mantener el control.
4. El crecimiento desordenado y acelerado de la zona metropolitana, en los dos últimos siglos, ha afectado seriamente la ecología de este ecosistema natural en el que la microalga creció desde tiempos inmemoriales.

La espirulina, aunque se usó en la antigüedad, es un alimento con expectativas y potencial hacia el futuro; se le conoce como el alimento más antiguo del futuro. Su consumo va en aumento en el extenso y confuso campo de la alimentación que predomina en la civilización industrial en la actualidad. Contiene una gran variedad de nutrimentos que va desde vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, aminoácidos, hidratos de carbono, ácidos nucleicos, antioxidantes, hasta diversos tipos de pigmentos y fito-químicos de valor significativo para la nutrición y la salud del ser humano. No contiene azúcares refinados, ni grasas saturadas, ni colesterol.

Es una fuente rica en proteínas de alta digestibilidad, contiene altos niveles de las vitaminas del complejo B y es un alimento rico en mucopolisacáridos. Presenta un surtido extenso de minerales y oligoelementos, como el calcio, magnesio, fósforo, potasio, sodio, hierro, zinc, selenio, molibdeno y cromo, entre otros. En la espirulina se encuentran cerca del 95% de los nutrimentos considerados

indispensables en la nutrición humana, lo que la convierte en un alimento recomendado para el ser humano, tal como se puede observar en la tabla anexa.

Para muchos gobiernos, es la llave para resolver la desnutrición y la malnutrición global que afecta al mundo. La seguridad de la espirulina como alimento ha sido demostrada científicamente para consumo humano y animal en diversos estudios.

Es el alimento natural con mayor capacidad antioxidante (Ferreira-Hermosillo, et al, 2011) y quizá el más parecido, en cantidad y calidad de nutrimentos, a la leche materna.

Debido a su papel trascendental en la historia de la alimentación de México, resulta recomendable, darla a conocer y difundirla como un alimento natural⁸, quizá el más completo de la Tierra.

⁸ Por alimento natural me refiero a aquellos alimentos que después de haber sido cosechados pueden ser consumidos directamente por el ser humano, en el sentido de que han sido procesados lo menos posible.

Tabla: Análisis bioquímico de Arthrospira máxima

	Valores mínimos	Valores máximos	Promedio
Composición química			
Humedad	4%	7.00%	
Cenizas	6.4%	9.00%	
Fibra cruda	0.1%	0.90%	
Xantofilas	1.40g/kg	1.80g/kg	
Carotenos	1.50g/kg	1.90g/kg	
Clorofila A	6.10g/kg	7.60g/kg	
Lípidos	6%	7%	
Esteroles	100g/kg	325g/kg	
Carbohidratos	13%	16.50%	
Nitrógeno orgánico	10.85%	13.35%	
Nitrógeno proteico	9.60%	11.36%	
Proteína cruda (% N x 6.25)	60%	71%	
Minerales (cenizas y humedad)			
Calcio (Ca)	1,045 mg/kg	1,315 mg/kg	
Fósforo (P)	7,617 mg/kg	8,942 mg/kg	
Hierro (Fe)	475 mg/kg	580 mg/kg	
Sodio (Na)	275 mg/kg	412 mg/kg	
Cloro (Cl)	4,000 mg/kg	4,400 mg/kg	
Magnesio (Mg)	1,410 mg/kg	1,915 mg/kg	
Manganeso (Mn)	18 mg/kg	25 mg/kg	
Zinc (Zn)	27 mg/kg	39 mg/kg	
Potasio (K)	13,305 mg/kg	15,400 mg/kg	
Otros	36,000 mg/kg	57,000 mg/kg	
Esteroles			
Colesterol	60 mg/kg	196 mg/kg	
Sitosterol	30 mg/kg	97 mg/kg	
Otros	10 mg/kg	32 mg/kg	
Lípidos			
Ácidos grasos	4.9%	5.7%	
Láurico (C12)	180 mg/kg	229 mg/kg	
Mirístico (C14)	520 mg/kg	644 mg/kg	
Palmítico (C16)	16,500 mg/kg	21,141 mg/kg	
Palmitoleico (C16)	1,490 mg/kg	2,035 mg/kg	
Palmitolinoleico (C16)	1,750 mg/kg	2,565 mg/kg	
Heptadecanoico (C17)	90 mg/kg	142 mg/kg	
Esteárico (C18)	Trazas	353 mg/kg	
Oleico (C18)	1,970 mg/kg	3,009 mg/kg	
Linoleico (C18)	10,920 mg/kg	13,784 mg/kg	
Gama Linolénico (C18)	8,750 mg/kg	11,970 mg/kg	
Alfa Linolénico (C18)	390 mg/kg	427 mg/kg	
Otros	450 mg/kg	699 mg/kg	
Insaponificables	1.1%	1.3%	
Esteroles	100 mg/kg	325 mg/kg	
Valor nutrimental			
Lisina disponible			85%
Formas nitrogenadas			1.99%
Digestibilidad			84%
Ácidos nucleicos			
Ácido ribonucleico (ARN)			3.50%
RNA = N X 2.18			
Ácido Desoxirribonucleico (ADN)			1%
DNA = N X 2.63			
Carotenoides			
Alfa Caroteno			trazas
Beta Caroteno			1,700 mg/kg
Xantófilas			
Cryptoxantina			556 mg/kg
Equinenona			439 mg/kg
Zeaxantina			316 mg/kg
Luten y Euglenanona			289 mg/kg
Hidratos de Carbono			
Ramnosa			9.0%
Glucano			1.5%
Fosforilados			2.5%
Glucosamina y Ácido Murámico			2.0%
Glucógeno			0.5%
Otros			0.5%
Vitaminas			
Biotina (H)			0.4 mg/kg
Cianocobalamina (B12)			2 mg/kg
d-Ca-Pantohenato (B5)			11 mg/kg
Ácido Fólico			0.5 mg/kg
Inositol			350 mg/kg
Ácido Nicotínico (PP)			118 mg/kg
Piridoxina (B6)			3 mg/kg
Riboflavina (B2)			40 mg/kg
Tiamina (B1)			55 mg/kg
Tocoferol (E)			190 mg/kg
Aminoácidos indispensables			
Isoleucina			4.13%
Leucina			5.58%
Lisina			4.00%
Metionina			2.17%
Fenilalanina			3.95%
Treonina			4.17%
Triptófano			1.13%
Valina			6.00%
			Patrón FAO (1927)
			4.2%
			4.8%
			4.2%
			2.2%
			2.8%
			2.8%
			1.4%
			4.2%

Alcoholes Triterpenos	500 mg/kg	800 mg/kg	Aminoácidos no indispensables	
Caratenoides	2,900 mg/kg	4,000 mg/kg	Alanina	5.82%
Chlorofila A	6,100 mg/kg	7,600 mg/kg	Arginina	5.98%
3-4 Benzopireno	2.6 mg/kg	3.6 mg/kg	Ácido Aspártico	6.43%
Otros	150 mg/kg	150 mg/kg	Cisteína	0.67%
Valor nutrimental			Ácido Glutámico	8.94%
Relación Eficiencia Proteica (PER)	2.2	2.6	Glicina	3.46%
(74-87% de la Caseína)			Histidina	1.08%
Utilización Neta Proteica (NPU)	53%	61%	Prolina	2.97%
(85-92% de la Caseína)			Serina	4.00%
Ficocianina	16%	20%	Tirosina	4.60%

Bibliografía

- Acosta, J. d. (1962). *Historia natural y moral de las Indias* (segunda ed.). (E. O'Gorman, Ed.) México: Fondo de Cultura Económica.
- Anónimo. (junio de 1999). *Mexican Labor News and Analysis*, 4(11).
- Barreiros, A. (1929). *Los trabajos inéditos del Dr. Francisco Hernández sobre la gea y la fauna mejicanos*. Madrid: Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.
- Belay, A. (2008). Spirulina (Arthrospira): production and quality assurance. En A. Belay, *Spirulina in human nutrition and health* (pág. 19). Miami, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
- Bucay, B. (2003). Apuntes de la historia de la Química en México. *Ingenierías*, VI(18), 26-36.
- Casado, T. (1999). *Estudio de las propiedades nutricionales y antimutagénicas del alga Spirulinamaxima utilizando Drosophilla melanogaster como modelo experimental*. (F. d. licenciatura, Ed.) México: Facultad de Química, UNAM.
- Challem, J. (1981). *Spirulina, green gold of the future*. Connecticut: Keats Publishing Inc.
- Chamorro, G., Salazar, M., Gómez, K., Pereira-dos-Santos, C., Ceballos, G., & Fabia, L. (2002). Actualización en la farmacología de Spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional. *Arch Latinoamer Nutr*, 52, 232-238.
- Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism. *Microbiol. Rev.*, 47(4), 551-578.
- Clavijero, F. J. (1780). *Historia antigua de México* (primera, 1964 ed.). México: Porrúa.
- Códice-Martinense-del-Real-Palacio. (1906). *Textos en náhuatl de los indígenas informantes de Sahagún* (Fototipia de Hauser y Menet ed., Vol. VI (2a parte) y VII). Madrid: Francisco del Paso y Troncoso.
- Coe, M. (1964). The chinampas of Mexico. *Scientific American*, 211(90).
- Cortés, H. (1960). *Cartas de relación* (Sexta, 1971 ed.). (M. Alcalá, Ed.) México: Porrúa.
- Cruickshank, G. (1998). *Proyecto del lago de Texcoco, rescate hidro-ecológico* (segunda ed.). México: Comisión Nacional del Agua.
- Díaz del Castillo, B. (1976). *Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España* (undécima ed.). (J. R. Cabañas, Ed.) México: Porrúa.
- Farrar, W. (1966). Tecuitlatl; a glimpse o aztec food technology. *Nature*, 211(341-342).
- Ferreira-Hermosillo, A., P.V., T.-D., Shamosh-Halabe, S., & Juárez-Oropeza, M. (2011). Biological effects of Spirulina and current research on its antioxidant activity. *Toctl RICTB*, 2(1), 1-12.
- Furst, P. (1978). Spirulina. *Human Nature*, 1, 60-65.
- Guzmán, E. (1989). *Una visión crítica de la conquista de México - Tenochtitlán*. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Henrikson, R. (1994). *Microalga Spirulina, superalimento del futuro* (segunda ed.). Barcelona: Urano.
- Hernández, F. (1946). *Historia de las Plantas de Nueva España* (Vol. III). (I. d. Imprenta Universitaria, Ed.) México: UNAM.
- Hernández, F. (1959). Historia Natural de la Nueva España. En *Obras Completas* (Vols. II, Tratado Cuatro y III, págs. 384-395). México D.F.: UNAM.
- Hernández, F. (1959-1984). *Obras completas* (Vol. III). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Hills, C. (1978). *The secrets of Spirulina* (segunda ed.). Los Angeles, California: University of the Trees Press.
- Humboldt, A. (2004). *Ensayos políticos sobre el reino de la Nueva España*. México: Porrúa.
- J., L., & P., C. (1967). Spirulina platensis, algue blue de grande valeur alimentaire par sa richesse an proteins. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 37(1 suppl.), 23.
- Kamminga, H. C. (1955). *The Science and culture of nutrition, 1840-1940*. Amsterdam: Rodopi.
- Leonard, J. (1966). The 1964-65 belgian trans-saharan expedition. *Nature*, 209, 126-128.
- León-Portilla, M. (1985). *Visión de los vencidos* (segunda edición ed.). Madrid: Historia 16.
- León-Portilla, M. (2013). *Los antiguos mexicanos a través de sus crónicas y cantares* (séptima ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- López-de-Gomara, F. (1997). *Historia de la conquista de México*. (J. M. Ostos, Ed.) México: Porrúa.
- Motolinia, F. T. (1973). *Historia de los Indios de la Nueva España* (segunda ed.). (E. O'Gorman, Ed.) México: Porrúa.
- Motolinia, F. T. (2009). *Memoriales*. México: Colegio de México .
- Ortiz de Montellano, B. (2003). *Medicina, salud y nutrición aztecas* (Quinta edición ed.). Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.
- Paniagua-Michel, J., Dujardin, E., & Sironval, C. (1993). Crónica Azteca: el tecuitlatl, concentrado de alga spirulina, fuente de proteínas comestibles del pueblo azteca. *Cabiers Agricultures*, 2, 283-287.
- Pomar, J. B. (1941). Relación de "Texcoco". En S. C. Hayhoe, *Relaciones de Texcoco y de la Nueva España*. México: INAH.
- Prescott, W. H. (2004). *Historia de la Conquista de México*. México: Antonio Machado.
- Quevedo, M., & Leyva, M. (2004). *Raíces y alimentos de Anáhuac, la dieta azteca*. Cuernavaca: Asociación Cultural Mascarones.
- Ramírez, L. O. (septiembre de 2006). Uso tradicional y actual de Spirulina Sp. (Arthrospira Sp). *Interciencia*, 31(9), 657-663.
- Ramírez, L., & Olvera, R. (2006). Conocimientos acerca del alga Spirulina (Arthrospira). *Interciencia*, 31.
- Rojas, R. T. (1998). *La cosecha del agua en la Cuenca de México*. México: CIESAS Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Sahagún, B. (1979). *Códice Florentino*. México: Secretaría de Gobernación.
- Sahagún, F. B. (2002). *Historia general de las cosas de la Nueva España* (tercera edición ed.). (A. L. Quintana, Ed.) México: Conaculta.
- Sánchez, C. M. (1994). *Proyecto para la desincorporación de la planta de alga Spirulina que forma parte de la empresa Sosa Texcoco S.A. de C.V., provocando así la creación de una nueva empresa que llevará en nombre de Spirulmex S.A.* México: Tesis, Universidad Iberoamericana.
- Santley, R. S., & Rose, E. K. (ocubre de 1979). Diet, Nutrition and Population Dynamics in the Basin of Mexico. *World Archaeology*, 11(2, Food and Nutrition), 185-207.
- Sasson, A. (1997). Cultivation of Spirulina. En S. A. Conference (Ed.), *Microalgal biotechnologies: recent developments and prospects for developing countries* (págs. 11-31). Algal Biotechnol Phuket.

- Sastre, G. A., & Escudero, Á. E. (2005). Flujo de alimentos entre continentes: la primera globalización. En J. Salas-Salvadó, P. García-Lorda, & J. Sánchez, *La alimentación y la nutrición a través de la historia* (págs. 247-274). Barcelona: Glosa.
- Shamosh-Halabe, S. (2004). *Memoria: Foro alternativas sociales*. En C. d. Naturales (Ed.). México: Honorable Cámara de Diputados.
- Shamosh-Halabe, S. (2009). *Historia, nutrición, salud y ecología para generar estrategias de comunicación sobre la Espirulina (A. maxima)*, TESIS. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Soutelle, J. (2006). *La vida cotidiana de los aztecas en vísperas de la Conquista* (decimosexta ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Taylor, E. (1861). *Anahuac*. London: Longmans.
- Vargas, L. A. (2000). The history and culture of food and drink in the Americas. En K. Kiple, & K. Ornelas, *The Cambridge World History of Food* (Vol. II, págs. 1248-1254). Cambridge: Cambridge University Press.