



## ETNOFICOLOGÍA MEXICANA: PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS

### Mexican ethnophycology: perspectives and challenges

<sup>1</sup>César LOBATO-BENÍTEZ, <sup>2\*</sup>Patricia Marta ARENAS y <sup>3</sup>Luz Elena MATEO-CID

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Laboratorio de Ficología, México; <sup>2</sup>Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada. CONICET. Argentina; <sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Ficología, México. E-mail: [parenas@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:parenas@fcnym.unlp.edu.ar)

Submitted: 12/12/2017; Accepted: 20/03/2018

#### RESUMEN

Los estudios etnoficológicos a nivel global parecen ser escasos en la literatura científica, muchos de ellos se abordan desde la perspectiva etnobotánica, dejando apenas entrever los objetivos y los métodos de la práctica etnoficológica. El término Etnoficología se acuña en la literatura, en el año 2009 y la primera definición se publica en 2010. En esta revisión se amplía la definición que contribuirá a ir construyendo una rama visible e independiente dentro de la ficología, así como también de la etnobotánica. Además en este trabajo se recopilan los antecedentes de estudios etnoficológicos realizados a nivel mundial, presentando información sobre el uso y aprovechamiento de las algas por distintas etnias y comunidades, con especial énfasis en los desarrollados en México. El interés académico sobre el aprovechamiento de las algas mexicanas se hace evidente desde el Primer Congreso de Botánica en México durante 1960, donde se plantea su utilización como alimento y como materia prima, de una manera racional y adecuada por comunidades rurales y urbanas. Así mismo se hace evidente la relevancia, para algunas localidades de Baja California, de explotar los principales mantos de macroalgas, como una fuente de trabajo y de ingreso económico desde la década de los cincuenta hasta los noventa. Los primeros trabajos etnoficológicos en el país documentaron, a través de fuentes históricas, las crónicas realizadas por los españoles sobre el empleo de algunas algas en la alimentación prehispánica. Así mismo, otros autores exploraron los mercados del Valle de México en busca de las algas y los productos consumidos por la población local. Algunos trabajos posteriores, recuperan información del uso de varias macroalgas por la Tribu Seri, los Mayos y algunas otras comunidades costeras. Esta revisión busca estimular el desarrollo de nuevas ideas que permitan avanzar en esta línea de investigación y motivar a la formación de especialistas en este campo.

**PALABRAS CLAVE:** algas, antecedentes, etnoficología, conocimiento ficológico urbano, México

#### ABSTRACT

Global ethnophycological studies seem to be scarce in the scientific literature, a lot of them are approached from the ethnobotanical perspective, leaving, more or less, to glimpse the objectives and the methods of ethnophycological practice. In the literature, the ethnophycology term was born in 2009 (or the ethnophycology term was coined in 2009) and the first definition was published in 2010. In this review, the definition will contribute to construct a visible and independent branch within phycology, as well in ethnobotany. In addition, this work collects the background of ethnophycological studies carried out worldwide, presenting information on the use and exploitation of algae by different ethnic groups and communities, with special emphasis on those developed in Mexico. The academic interest about the Mexican seaweeds exploitation from the first Botanical Congress in Mexico during 1960, where is pose their utilization as food and raw material, in rational and appropriate for rural and urban communities. In the same way, it is evident the relevance, for some Baja California localities, of exploiting the main mantles of macroalgae, as a source of work and of economic income from the decade of fifties until the nineties. The first ethnophycological works in the country documented, through historical sources, the chronicles made by the Spaniards about the use of some algae in prehispanic food. Also, other authors explored the Valley of Mexico markets in search of seaweed and the products consumed by the local population. Some subsequent works recover information on the use of several seaweeds by the Seri Tribe, the Mayos and some other coastal communities. This review seeks to stimulate the development of new ideas that allow the development of this research line, and motivate the training of specialists in this field.

**KEYWORDS:** algae, background, ethnophycology, urban phycological knowledge, Mexico.

## ETNOFICOLOGÍA: ANTECEDENTES

La ficología es la ciencia que estudia las algas. El término “alga” designa un conjunto heterogéneo de organismos autótrofos, fotosintéticos oxigénicos, la mayoría acuáticos, con niveles de organización unicelular, colonial, cenobial, filamentosos simple o ramificado, sifonal, pseudoparenquimático y parenquimático, que constituyen un grupo polifilético (Hoek et al., 1995). Asimismo, presentan diferentes ciclos de vida y estrategias reproductivas, como distintos hábitats y nichos ecológicos.

La etnoficología es la disciplina que estudia las interrelaciones entre el hombre y los organismos autótrofos acuáticos, incluidas las algas y las plantas vasculares acuáticas y podría encuadrarse dentro de la etnobiología acuática (García-Quijano y Pitchon, 2010) y en sentido amplio, como una disciplina inmersa dentro de la etnobotánica. La información académica sobre los estudios etnoficológicos es escasa, y los pocos trabajos realizados son desarrollados como investigaciones etnobotánicas, donde se evalúa el conocimiento acerca del uso de ciertas algas en distintos pueblos, como los del Pacífico o los de la Columbia Británica, Canadá (Arenas, 2016).

El conocimiento tradicional respecto al uso y consumo humano de las algas proviene principalmente de Asia, en países como Japón y China (Chapman, 1970). Entre los registros más antiguos se encuentran el “Libro Chino de Poesía” (ca. 800 a.C.) donde se mencionan las algas como delicias comestibles (Arenas, 2009); la “Ley de Taibo” (701 a.C.), donde se relata que, en Japón, algas marinas como *Laminaria*, *Undaria*, *Porphyra* y *Gelidium* se encontraban entre los productos marinos que eran pagados por la corte al emperador japonés como impuesto (Nisizawa et al., 1987), y un documento chino que data del 600 a.C., donde Sze Teu escribe: “Algunas algas son una delicadeza adecuada para el huésped más honorable, incluso para el propio rey” (Chapman, 1970).

Japón y China poseen un conocimiento ancestral sobre las algas, que les ha permitido cultivar especies a gran escala. Estos saberes antiguos que poseen los pueblos asociados a los ambientes costeros, se transmitieron de generación en generación, lo que les ha permitido obtener fuentes de alimentación, de medicina, y de ingresos económicos para subsistir. Alrededor del 90% de la producción de algas marinas proviene de prácticas basadas en cultivos, China ocupa el primer lugar en la producción de algas, donde *Laminaria* spp. “kombu” (sin. *Saccharina* spp.) representa la mayor parte de la misma. Además, destacan *Undaria* “wakame” y *Porphyra* “nori” (Abbott, 1996). En la producción es seguida por Corea del Norte, Corea del Sur, Japón, Filipinas, Chile, Noruega, Indonesia y los EE.UU (Periyasamy et al., 2014).

Algunas otras algas consumidas corresponden a los géneros de *Ecklonia*, *Eucheuma*, *Gelidium*, *Gloiopeltis*, *Gracilaria*, *Grateloupia* (Chapman, 1970). En zonas costeras de otros países se han aprovechado *Alaria esculenta* (Linnaeus) Greville, *Chondrus crispus* Stackhouse, *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot, *Fucus vesiculosus* Linnaeus, *Dilsea carnosus* (Schmidel) Kuntze, *Laminaria digitata* (Hudson) J.V. Lamouroux, *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse, *Erythrogloussum laciniatum* (Lightfoot) Maggs & Hommersand, *Palmaria palmata* (Linnaeus) F. Weber & D. Mohr y *Ulva lactuca* Linnaeus, consumidas en lugares como Escocia, Irlanda, Islandia y el Mediterráneo. En América, algunas son ingeridas en el este de Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica (Álvarez-Cobelas y Gallardo, 1989); y en Sudamérica, Chile (Chapman, 1970).

Quizás el uso más antiguo que se les ha dado a las algas es el de la alimentación, aunado a la medicina popular (Aaronson, 1986). Se reconocen en el mundo actualmente más de 600 especies comestibles de algas, cifra que puede dar una idea acerca de que el consumo de algas es más amplio de lo que parece, y puede estar vinculado con saberes tradicionales, que se preservan y se mantienen vigentes (Pereira, 2016). Entre las algas marinas más importantes consumidas en el mundo se hallan distintas especies de *Porphyra* (sin. *Pyropia*). Esto radica en su valor alimentario: alto contenido en proteínas (25-35% en peso seco), vitaminas, sales minerales y yodo (Turner, 2003). Un platillo tradicional que se elabora a partir de las frondas de *Porphyra* en el sur de Gales, es el “pan de laver” donde el alga se recubría de avena y se freía. Los irlandeses lo llaman sleachán (Turner, 2003).

Actualmente es uno de los alimentos más consumidos en el desayuno galés, que se sigue preparando de forma tradicional en el mercado de Swansea, el más famoso del país.

Por otra parte, en Escocia, *Porphyra umbilicalis* Kützing, conocida como "sloke", se prepara machacando y guisando con mantequilla para producir una sustancia similar al carragenano; el mismo se come con avena y es un alimento completo para la supervivencia (Kenicer et al., 2000). También otras especies como *Porphyra abbottiae* V. Krishnamurthy (sin. *Pyropia abbottiae* (V. Krishnamurthy) S.C. Lindstrom) y *Porphyra torta* V. Krishnamurthy (sin. *Pyropia torta* (V. Krishnamurthy) S.C. Lindstrom) son de importancia cultural y alimenticia entre los primeros pueblos de la Columbia Británica costera y áreas adyacentes. Las mismas eran cosechadas en grandes cantidades, se secaban y se procesaban, siendo la base de una diversidad de platillos, desde tostadas hasta bocadillos, cocidas con almejas, con huevos de salmón o pescado en sopa; además de ser condimento. Los nombres vernáculos con que se le denomina a *Porphyra* en esta región, parecen poseer un origen lingüístico común, entre unos 16 grupos lingüísticos, como por ejemplo jagalq'a (tribu Tanaina (Dena'ina), costa norte de Alaska), q'áats (tribu Tlingit, costa de Alaska) y ake'is (Witsuwet'in, interior del río Skeena) lo que indica un amplio intercambio de conocimientos sobre esta alga, del sur de la isla de Vancouver, al norte de Alaska (Turner, 2003).

De las algas continentales, quizás la especie más importante base de la alimentación de algunos pueblos es la famosa "*Arthrospira*", comercialmente conocida como espirulina, consumida por los Aztecas en México, y por la tribu Kanembu en África. En el Lago Kossorom (Chad) en África, las mujeres de la tribu Kanembu cosechan *Arthrospira platensis* Gomont durante todo el año. Solo las mujeres pueden realizarlo, ya que existe una creencia profundamente arraigada de que si los hombres realizaran esta tarea, harían el lago estéril. De la biomasa obtenida surge el "dihé" que se utiliza principalmente para preparar "la souce", una especie de pescado o carne y caldo de verduras, servido con cereales básicos. Una forma de prepararlo es "...una vez limpiado (el dihé), se cuece entre una hora y hora y media, dando un caldo de color azul-verde...este se transfiere a un recipiente y se deja reposar durante 5-10 minutos para permitir la sedimentación de cualquier residuo de arena. Mientras tanto, se saltean cebollas en aceite, hasta que quedan doradas, y el caldo se cuele con mucho cuidado una vez más sobre las cebollas. Se añaden sal, chile, cubitos de caldo y gombo (*Hibiscus esculentus* Linnaeus), y la sopa se calienta a fuego lento y se agita ocasionalmente hasta que esté cocida" (Abdulqader et al., 2000). Parte de lo cosechado se vende a los consumidores y a los vendedores que comercializan el producto en los mercados locales, así como también a Nigeria y Camerún. El valor comercial local del "dihé" cosechado representa una importante contribución a la economía de la región (Abdulqader et al., 2000).

En Hawái las algas marinas nativas se conocen como "limu" ya que han jugado un papel preponderante en la dieta del pueblo hawaiano, que se consumen con la mayoría de las comidas como un ingrediente o condimento importante, tanto por la adición de sabor así como también por el aporte de micronutrientes, proteínas y fibra; además de poseer un potencial antioxidante (Ostraff, 2003; Hart et al., 2014). Entre las especies que componen el "limu" se encuentran *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, *Dictyopteris plagiogramma* (Montagne) Vickers, *Sargassum aquifolium* (Turner) C. Agardh, *Codium edule* P.C. Silva, *Ulva flexuosa* Wulfen y *U. lactuca* (Hart et al., 2014). Sin embargo, ha habido un cambio en la dieta, aumentando el consumo de algas marinas cultivadas. Las algas marinas más comúnmente consumidas de esta manera, incluyen al alga seca "nori" (*Pyropia* spp.) que es exportada, y "ogo" término asociado a las especies *Gracilaria parvispora* I.A. Abbott, *G. salicornia* C. Agardh y *G. tikvahiae* McLachlan, que son cultivadas y adquiridas localmente. "Nori" es muy frecuentemente consumida en la forma de sushi, y el "ogo", fresco en ensalada de pescado o en vinagre (Hart et al., 2014).

En Fiji, se cultivan y se cosechan siete especies comestibles de algas, actividad que es desarrollada por mujeres y niñas de la población nativa (South, 1993). Entre las especies que forman parte de la dieta de los nativos fiyianos se encuentran *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh,

*Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* (J. Agardh) Børgesen (sin. *Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V. Lamouroux), *Codium bulbopilum* Setchell (sin. *Codium geppiorum* O.C. Schmidt), *Hypnea pannosa* J. Agardh, *Gracilaria* spp., *Solieria robusta* (Greville) Kylin y *Acanthophora spicifera* (Vahl) Børgesen, siendo las especies preferidas *Caulerpa* e *Hypnea* (South, 1993).

Una especie explotada fuertemente en las Islas del Pacífico (principalmente Fiji, Samoa y Tonga) es *C. racemosa* “uvas de mar” (Morris et al., 2014). En Fiji y Samoa, la cosecha y comercialización son actividades indispensables para la subsistencia de los pescadores nativos. En Fiji, este recurso fresco que llega a los principales mercados los jueves por la tarde, se ofrece en platos de plástico, generalmente acompañados de una taza de coco fermentado y chile fresco. En Samoa, *Caulerpa*, “ofu limu” se vende por peso (hasta 350 g.) y el alga se vende envuelta en papel aluminio o en panapen (fruto del árbol del pan) y hojas de coco. Finalmente en Tonga, también se comercializa en los mercados municipales (Morris et al., 2014).

En Filipinas, *Kappaphycus* y *Eucheuma* se cultivan ampliamente para el mercado internacional de carragenanos, y en parte para el consumo local (Tito y Liao, 2000). En el mercado público de la ciudad de Zamboanga, se comercializa *C. racemosa*, *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva y *S. robusta*. Esta última especie tiene una larga historia de utilización entre los grupos étnicos Samal y Tausug, que lo llaman "tajuk bau'no". Se vende en cestas rectangulares de aproximadamente 15 kg en \$120 Php (aproximadamente US \$3). *S. robusta* se prepara en ensalada, acompañada de tomates en rodajas, cebolla, vinagre y rodajas de mango verde (Tito y Liao, 2000).

En el oriente de la Isla de Sumba (Indonesia) se empleaban 54 especies de algas marinas en la alimentación. Las mismas, se consumían crudas como ensalada fresca, hervidas o cocinadas en varias formas como sopa de verduras. A menudo eran acompañadas de leche o aceite de coco (a veces con azúcar), de salsa de pimienta de Jamaica o con vinagre como salmuera, como condimento o gelatinas endulzadas (Anggadiredja, 2009). Además se usaban 38 especies con fines medicinales, como antipiréticos, antisépticos, vermífugos, tratamientos para la tos y el asma, hemorroides, hemorragias nasales, furúnculos, bocio y escrófula, dolencias estomacales y enfermedades urinarias (Anggadiredja, 2009). Entre las algas que se emplean en la alimentación y en la medicina tradicional se encuentran *Caulerpa*, *Codium*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Sargassum*, *Turbinaria*, *Ulva* y *Valonia* (Anggadiredja, 2009).

En Tami (India) se cultiva *K. alvarezii*, su producción se basa en el método de balsa combinado con buenas prácticas agrícolas, lo que les permitió elevar el estatus socioeconómico de los pescadores en ese país, especialmente de las mujeres en las zonas costeras, lo que se reflejó en un aumento en su ingreso promedio (Periyasamy et al., 2014). En otra región de la India, en Manipur, *Lemanea fluviatilis* (Linnaeus) C. Agardh es conocida como “nungsham” (pelo de piedra), la que es vendida en forma seca en los mercados locales. El alga se cocina con verduras, debido a su intenso olor a pescado. Los filamentos secos también se añaden a una preparación local conocida como “singju”, lo que constituye una delicadeza para este pueblo. Estas algas se sirven en el chutney, secas, fritas o tostadas (Boshale et al., 2000). Asimismo, posee cuatro usos etnofarmacológicos: 1. Se prescribe un extracto hervido de filamentos frescos como medida abortiva por los Maiba y Maibi; 2. se administra dos veces al día durante diez días para aliviar el problema urinario debido a cálculos renales; 3. Los filamentos de las algas se asan en el fuego y el filtrado acuoso se consume para tratar la diabetes, y 4. Se utiliza como un afrodisíaco (Boshale et al., 2000). También los miembros de la tribu Monpa, en India, elaboran recetas tradicionales en base a *Ulva intestinalis* Linnaeus así como también *Pyropia vietnamensis* (T. Tanaka & Pham-Hoàng Ho) J.E. Sutherland & Monotilla. Ambas especies se conocen como “chhilap” y son vendidas en los mercados locales (Kumar Das, 2016).

En Chile utilizan *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh “huiró”, que significa “tallo de la planta de maíz tierna”. La misma se usa para la extracción de alginatos y como alimento para abulones en cultivo (Ortiz et al., 2011). *D. antarctica*, es conocida como “cochayuyo” o “pasto o yerba del mar”, en cambio los mapuches la llaman “collof” o “collofe”. Es empleada especialmente

en el sur del país en zonas rurales y costeras como alimento, especialmente en guisos y de manera medicinal como cataplasma para tratar paperas. Asimismo, se exporta como materia prima (Espinosa, 2013).

En Perú, se han empleado especies de *Nostoc* (*N. sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault, *N. commune* Vaucher ex Bornet & Flahault, *N. verrucosum* Vaucher ex Bornet & Flahault y *N. parmelioides* Kützing ex Bornet & Flahault) por el pueblo como alimento, en forma fresca y deshidratada para preparar sopas, postres, bebidas y también como medicina, cosmético y para uso ritual, reconociéndosele bajo los nombres de “llayta”, “chunuqhulu”, “quchayu”, “murmunta”, “cushuro” o “llullucha” (Mujica et al., 2009).

Como se ha venido relatando, el consumo de las algas marinas por diferentes grupos humanos va desde la ingesta fresca, como base o complemento de diferentes platillos, en ensaladas y sopas, hasta ser empleadas en forma seca (Castelloti, 2008) o como hojuelas tostadas o condimentos, donde las láminas secas de *Porphyra* por ejemplo, son ingrediente de un platillo mundialmente conocido: el sushi (Nisizawa et al., 1987, Turner, 2003).

Se ha observado que no hay dos grupos étnicos que preparen las algas como alimento de la misma manera, particularmente en las costas del Pacífico (Abbott, 1996). *Gracilaria*, por ejemplo, se usa en Filipinas para preparar una ensalada denominada “gulamon”, a la que se añaden tomates frescos, cebollas y jengibre; en Japón, las mismas algas son hidratadas con agua hirviendo y luego la acompañan con una salsa de vinagre; los hawaianos, por su parte, las cortan y les agregan sal gruesa; mientras que los tahitianos le adicionan coco fresco rayado o crema de coco (Abbott, 1984). Estas expresiones, son el reflejo tanto en la combinación de ingredientes distintivos en cada zona, como de las formas distintas de preparar los alimentos, lo que muestra la riqueza y diversidad cultural en el Pacífico.

Otro aspecto relevante es que las algas reciben un nombre vernáculo distinto en cada etnia o pueblo, y esto generalmente está relacionado con el lugar donde se le encuentra, con la semejanza a algún objeto o especie ya conocida, o con la asociación que presentan con otras especies, e incluso, con alguna creencia cultural, lo que nos permite vislumbrar la interacción que tiene esa comunidad con la naturaleza. En Europa, por ejemplo, la riqueza de fitónimos marinos más conocida proviene de la costa Atlántica, y la onomástica de algas más pobre se reconoce en las costas de Europa oriental (Lovric et al., 2002). Estos autores recogieron los nombres vernáculos de las algas marinas y de otras especies marinas a lo largo de la costa croata y las islas Adriáticas, donde registraron 131 nombres vernáculos asociados a las algas marinas, que provienen principalmente de dialectos como el kaykaviano y chakaviano, como lo son okrečina (para algas calcificadas), bračina (para feofitas), brok (*Cystoseira*), vlasinica (*Enteromorpha*), crivca (*Nemalion elminthoides* (Vellay) Batters); en donde la mayoría de estos nombres coloquiales están asociados principalmente a géneros como *Codium*, *Cystoseira*, *Dictyota*, *Halymenia*, *Lithophyllum*, *Sargassum*, *Ulva* y *Valonia*.

El consumo de algas por los pueblos también se ha mantenido vigente dada la relación entre la alimentación y un estado de salud óptima, por lo que existe también un vínculo con la medicina tradicional. La aplicación de las algas en la medicina popular china se registra en la “Materia médica China” de Shen-Nung, ca. 2700 a.C. Diferentes pueblos del sudeste asiático, entre los que se encuentran los japoneses, chinos y filipinos, han recurrido a las algas con fines terapéuticos (Schwimmer y Schwimmer, 1955). A través del tiempo, la creencia de la ingesta de alimentos a base de algas como remedios y paliativos frente a diversas enfermedades, ha quedado manifestado. Se reconoce que la ingesta de estos alimentos por períodos prolongados puede reducir riesgos de obesidad, diabetes y desordenes del corazón (Hart et al., 2014). Además, han sido una fuente subestimada, ya que actualmente se conoce que tienen compuestos bioactivos con propiedades hipocolesterolémico, antidiabéticas, anticoagulantes, antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias, antihelmínticas, antibióticas, gastroprotectoras, hipoglucémicas, vermífugas que han

sido documentadas en múltiples investigaciones científicas (Muñoz-Crego et al., 1992; Hart et al., 2014).

Un caso interesante respecto a cómo los saberes tradicionales aunados a la investigación científica han contribuido a generar el consumo de algas en donde no se les consumía de forma tradicional, es el caso de Bulgaria. En este país no existen registros sobre el uso tradicional de las algas, no obstante, a principios de 1980 se vendía una miel llamada Algomed (med en búlgaro: miel), enriquecida con microalgas verdes producidas en sistemas de cultivo al aire libre en la aldea de Rupite; en la década de 1990, la población empezó a consumir productos a base de algas pardas y rojas, como el “nori” (*Pyropia tenera* (Kjellman) N.Kikuchi, M.Miyata, M.S.Hwang & H.G.Choi y *Pyropia yezoensis* (Ueda) M.S.Hwang & H.G.Choi), “wakame” (*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar), “Morsko Zele” (*Laminaria saccharina* (Linnaeus) J.V. Lamouroux) (col de mar), está última, consumida en ensalada (sola, o en combinación con cebolla y pepinos) o en sopa ofrecida en restaurantes; mientras que *Ecklonia* como aperitivo y ensalada. Adicionalmente en las últimas dos décadas se incrementó fuertemente el uso de agar-agar (kanten) como agente gelificante en la producción casera de pasteles, helados y jaleas en lugar de la gelatina más tradicional (Stoyneva-Gärtner y Uzunov, 2015).

## FICOLOGÍA EN MÉXICO

En México se registran 3.256 especies de algas continentales (Novelo y Tavera, 2011) y 1.826 especies de algas marinas (Díaz-Larrea et al., 2016). Existen cerca de 30 instituciones distribuidas en 14 estados del país, que desarrollan algún tipo de investigación ficológica, entre las que destacan Baja California y la Ciudad de México (Ortega y Godínez, 1994). En estas entidades se encuentran la Universidad Autónoma de Baja California, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Metropolitana.

Entre los herbarios que cuentan con colecciones ficológicas importantes en el país se encuentran el Herbario Nacional de México (MEXU), del Instituto de Biología, UNAM, fundado en 1929 (Ortega et al., 1996), que cuenta con 7.000 ejemplares de algas (J. L. Godínez com. pers., 2017); el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), fundado en 1943, con una colección de 23.000 ejemplares de algas, siendo el herbario ficológico con la colección más grande y representativa de distintas partes del país (L. E. Mateo-Cid, com. pers., 2017); el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME), donde se creó en 1981 la Sección de algas y cuenta con unos 3.000 ejemplares (D. León-Álvarez, com. pers., 2017); el Herbario Iztacala (IZTA), cuya colección ficológica, creada en 1987, alberga actualmente 4.000 ejemplares de macroalgas y 3.000 de microalgas (G. Garduño, com. pers., 2017); y la Universidad Autónoma de Baja California, que en la década de 1990 disponía de dos herbarios ficológicos, el de la Facultad de Ciencias Marinas (CMMEX), con 5.550 ejemplares, y el de la Facultad de Ciencias Biológicas (BCMEX) con 1.500 (Ortega y Godínez, 1994).

La ficología desarrollada en México cuenta con aproximadamente 85 años de trayectoria (SOMFICO, 2017). Los principales ejes del quehacer ficológico fueron inicialmente la taxonomía, la morfología, los estudios florísticos (incluyendo la elaboración de catálogos) (Ortega, 1984; Ortega et al., 2001) y la ecología. En la década de 1980 se incorporaron otras líneas de investigación en fisiología, citología, bioquímica, biología molecular y ficología aplicada: extracción de ficocoloides, actividad biológica, cultivo de algas y contaminación ambiental (Ortega y Godínez, 1994). No obstante, aún falta realizar mucho trabajo exploratorio y descriptivo, tanto de algas continentales como marinas. Por ejemplo, para el caso de las algas dulceacuícolas, se estima que sólo la mitad del país ha sido explorado. Los estados que cuentan con mayores registros son Michoacán, Ciudad de México, Estado de México, Puebla y Oaxaca; los menos estudiados son Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Colima, Guerrero y Campeche (Novelo y Tavera, 2011). En el caso de las algas marinas, se han realizado colecciones en casi todas las zonas litorales del país; sin embargo, hay sitios poco estudiados y otros

que aún se desconocen, lo que se refleja en la elaboración de floras y listados florísticos que carecen de material de herbario de referencia para su contrastación y correcta identificación (Pedroche y Senties, 2003).

Si consideramos que México es un país megadiverso en lo referido a los ecosistemas terrestres y acuáticos, riqueza de especies y endemismos (Espinosa y Ocegueda, 2008), nos encontramos ante un desconocimiento enorme sobre los recursos algales del país. Los principales factores que podrían incidir en esto son: la falta de recursos económicos para explorar, documentar e inventariar las especies, la carencia de infraestructura, la falta de coordinación y cooperación entre distintos investigadores de instituciones académicas locales y regionales, y la necesidad de formar una mayor cantidad de recursos humanos que emprendan estudios sobre este grupo biológico.

## FICOLOGÍA APLICADA

En la década de 1960 Guzmán del Prío expresaba que México contaba con una riqueza marítima inapreciable, tanto en el golfo de México como en el Pacífico, donde se explotaba una gran diversidad de especies pesqueras; sin embargo, rara vez se explotaban las algas marinas, dado que la población pocas veces las consumía (Robledo et al., 2003).

La explotación de algas marinas comenzó en 1950, con la extracción de especies productoras de ficocoloides para su comercialización, en el área del Pacífico noroccidental mexicano, la zona más rica del país en cuanto a biomasa de macroalgas de valor comercial (Zertuche-González, 1993). Tres especies del Pacífico se exportaron como materia prima desde 1956 para ser industrializadas (Huerta-Múzquiz, 1960): *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh “sargazo gigante”, de la cual se extraían alginatos exportados a los Estados Unidos de Norteamérica; *Gelidium robustum* (N.L. Gardner) Hollenberg & I.A. Abbott “gelidio” o “sargazo rojo”, empleado para la extracción de agar, también exportado a los Estados Unidos, además de Dinamarca, Noruega y Japón; *Porphyra perforata* J. Agardh (sin. *Pyropia perforata* (J. Agardh) S.C. Lindstrom) que se exportaba a Japón (Guzmán del Prío et al., 1986). Los ingresos por exportación de algas en México fueron de 1.6, 1.5 y 2.6 millones de dólares para 1990, 1991 y 1992, respectivamente (Zertuche-González, 1993).

Con respecto a los primeros estudios relacionados al aprovechamiento de las algas marinas, especialmente en alimentación, se encuentra el de Huerta-Múzquiz y Chávez (1968) donde se reportó la presencia de vitamina B<sub>12</sub> en varias especies de algas marinas de la costa de México; el de Garza-Barrientos y Martínez-Lozano (1980) donde se realizaron estudios para determinar el contenido de carragenanos de algunas especies de algas rojas, y Garza-Barrientos y González-Alanís (1983) que determinaron y caracterizaron el ficocoloide presente en *Eucheuma isiforme* (C. Agardh) J. Agardh de las costas de Yucatán. Por su parte Aguilar-Rosas y colaboradores (1996), realizaron una recopilación sobre productos que se elaboraban y se comercializaban en México a base de algas marinas en la década de los noventa, obteniendo un total de 170 productos, de los cuáles 91 son de fabricación nacional y 79 importados. Entre los principales usos de estos destacan los cosméticos, la farmacología y la alimentación (suplementos).

Asimismo, uno de los primeros proyectos para la evaluación del uso potencial de especies selectas, se llevó a cabo por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), dirigido por Huerta-Múzquiz y Espinosa (2000) en la península de Yucatán.

## ETNOFICOLOGÍA EN MÉXICO

En Latinoamérica, a diferencia de lo que ocurre en Asia, el consumo de algas se registra en muy pocos lugares, por ejemplo, el sur de Chile, ciertas zonas de Perú, Ecuador, Bolivia, Uruguay, el sur de Argentina y México (Arenas, 2009). El empleo de algunas especies en Latinoamérica parece tener sus orígenes mucho antes de la llegada de los españoles, como lo ilustran la “llyta” en Perú y el “amoxtle”, el “cuculin” y el “tecuítlatl” en México.

Para México, se reconocen dos fuentes del siglo XVI que mencionan el uso prehispánico de las algas: “Historia de los minerales de Nueva España” escrita por Francisco Hernández y el “Códice Florentino”, de Fray Bernardino de Sahagún, donde se plasma la recolección de algas en el Valle de México durante aquella época (Ortega et al., 1994). En ambos escritos se describe minuciosamente cómo se realizaba la recolección de estos organismos y la preparación de algún tipo de alimento.

Una de estas algas, el “tecuítlatl”, que en lengua náhuatl significa ‘excremento de las piedras’ (Ortega, 1972), fue identificada en un principio como *Spirulina geitleri* J. De Toni (sin. *Arthrospira fusiformis* (Voronikhin) Komárek & J.W.G. Lund) y más tarde como *Spirulina maxima* (Setchell & N.L. Gardner) Geitler (sin. *Arthrospira maxima* Setchell & N.L. Gardner). Actualmente se le encuentra asociada con los nombres “espirulina” o “spirulina”, que han quedado arraigados en la cultura popular (Godínez et al., 2001). Los términos: *acuítlatl* (‘suciedad del agua’), *acóquitl* (‘el que se levanta’) y *amomoxltli* (‘planta abundante en el lago de México’) son sinónimos de tecuítlatl (Ortega, 1972). Esta alga era un importante artículo de consumo y comercio entre los antiguos habitantes del Valle de México, donde ha aliviado las necesidades alimentarias en épocas de escasez (Ortega, 1972), como lo refleja el análisis bromatológico (Salcedo-Olavarrieta et al., 1978a) y otros estudios realizados sobre este alimento (Basurto-Peña, 2009). En 1943, la Compañía Sosa Texcoco, mientras explotaba las salmueras del subsuelo del antiguo vaso del Lago de Texcoco, para la extracción de sosa cáustica, vio disminuida su producción por la presencia de *S. maxima*, la que a partir de 1976 se empezó a estudiar y explotar, junto con el Instituto Francés del Petróleo (Ortega et al., 1994). Entre las décadas de 1970 y 1980 se comercializaron en México tabletas como complemento alimentario bajo el nombre de “Spirulin”, y se exportaba la “harina” a catorce países de Europa y a Japón. Para 1978, se reportó la producción diaria de cinco toneladas de “harina” seca de “espirulina” (Basurto-Peña, 2009).

Otro alimento prehispánico con un componente principal de algas es el denominado “cuculin” (‘viscosidad del agua’), “cuculito” o “cocol de agua”, según narran las crónicas de la Historia de los minerales de Nueva España (Hernández, 1959; Godínez et al., 2001). En la década de 1970, se realizó un análisis de los componentes del “cocol de agua”, mostrando que su composición está dada principalmente por dos algas: *Phormidium tenue* Gomont (sin. *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek) y *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli (Ortega, 1972), aunque *P. tenue* constituye el componente dominante del “cocol” utilizado por los aztecas en su alimentación (Salcedo-Olavarrieta et al., 1978a). Asimismo, en algunos mercados de Coyoacán, La Merced, Zumpango, Cuautitlán, Tláhuac, Xochimilco, Xaltocan y Texcoco, se reportaba la venta de tamales que llamaban “cocol de agua” y que elaboraban con una “nata de agua” aparentemente constituida por *P. tenue* y *C. turgidus* (Ortega, 1972). Estudios posteriormente realizados sobre la composición química de *P. tenue* revelan que esta especie representa un recurso potencial en la nutrición humana y animal, especialmente importante en el aporte de calcio y hierro (Salcedo-Olavarrieta et al., 1978 a y b; Godínez et al., 1984).

El “amomoxltli” “amoxltli” o “amoxtle” (‘gelatina de agua’, ‘salivazo de la luna’) era consumido por los pescadores prehispánicos del lago de Zumpango, siendo su componente principal *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault (Ortega, 1972). Probablemente se preparaban unas tortas con la masa que se obtenía, según se señala en el Códice Florentino: “...después de que está bien espeso y grueso, cógenlo, tiendenlo en el suelo sobre ceniza y después hacen unas tortas y tostadas de ello y las comen” (Godínez et al., 2001).

Otro uso tradicional de las algas en México fue el de la tierra de diatomeas, conocida como “tizatl”, “tetizatl”, “tizatlalli”, “tizate”, “tiza”, o “tierra blanca”, la que era espolvoreada en las rozaduras de los niños como bálsamo, como cicatrizante de las úlceras de los órganos sexuales (Ortega et al., 1994), para teñir o pintar de blanco, para hilar más fácil el algodón untado en los dedos, para la limpieza de utensilios de plata, para pulir metales, marfil, mármol, maderas, y para el blanqueado de casas e iglesias (Godínez et al., 2001). Actualmente se utiliza para la filtración, purificación de



sustancias corrosivas (povos dentífricos) y refinación del petróleo (Godínez et al., 2001). La industria en México registró, para 1970, una producción de 22.795 toneladas de diatomita, de la cual, la mayor parte era empleada en el mercado interno para el consumo de ingenios y cervecerías, la fabricación de insecticidas, pinturas y en la industria de la construcción; el resto, se exportaba (Ortega et al., 1994).

Más recientemente, se reconoció en el saber popular tradicional, que macroalgas como *Prasiola mexicana* J. Agardh se usaban en la elaboración de un remedio para la tos, en forma de infusión; y para detener las hemorragias nasales aplicando el alga directamente sobre la frente (Ortega et al., 1994). Por su parte, *Chara gymnopus* A. Braun (sin. *C. zeylanica* Willdenow), *C. fragilis* Desvaux (sin. *C. globularis* Thuiller), *C. contraria* A. Braun ex Kützing, *C. hispida* Linnaeus fueron utilizadas en el control de la fiebre amarilla en la campaña antilarva de los mosquitos *Aedes calopus* (Meigen) (*Aedes aegypti* Linnaeus) y *Culex* sp., en los estados de Veracruz, Tampico y Yucatán (Ortega et al., 1994).

En algunos lugares de la costa de México (principalmente Yucatán y Quintana Roo) las mujeres acostumbraban recoger de la playa algunas algas que denominan “alga marina”, utilizadas en la preparación de dulces o jaleas así como de una bebida típica conocida con el nombre de “atole”. Las mismas corresponden a varias especies de *Gracilaria*, *Euclidean* y *Agardhiella*; se lavan y blanquean al sol y cuando se han decolorado se considera que están en condiciones adecuadas para utilizarse (Huerta-Múzquiz, 1975). En la década de los noventa en Mérida, se preparaba este atole a base de *Gracilaria* spp., adicionándole agua caliente para extraer el agar, y posteriormente se agregaba crema de coco, leche y azúcar (J. L. Godínez com. pers., 2017). Algunas otras algas como *Galaxaura*, *Jania* y *Halimeda* también son decoloradas al sol y empleadas como adornos navideños (Ortega et al., 1997).

El uso medicinal de algunas algas marinas, como *Lithophyllum* spp., se describe para el pueblo Mayo, de Sonora y Sinaloa, que las empleaban como remedio vermífugo y purgante (Ortega et al., 1997); *Ulva* sp. era usada en Veracruz para combatir el acné y otras afecciones de la piel (Ortega et al., 1997); *Gelidium robustum* como laxante, además de ser fuente de agar de alta calidad (Huerta-Múzquiz, 1960), y *Gracilaria compressa* (C. Agardh) Greville (sin. *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva) que actualmente se vende en los mercados locales de la Ciudad de México, para el tratamiento de afecciones respiratorias como tos, bronquitis, asma y catarro, administrada en forma de infusión. Sin embargo, en el mercado de Sonora se vende bajo la denominación de “liquen de Islandia” aunque la especie que corresponde al “liquen” es *Chondrus crispus* (Ortega et al., 1997).

Otras algas marinas fueron empleadas por el pueblo Seri, de Sonora, para la construcción de techos, de soporte en los botes para pescar; para enhebrar collares y pendientes para las niñas de la comunidad. Los niños empleaban en sus juegos “tacj-anóosc” (‘papilas de marsopa’) *Gigartina pectinata* E.Y. Dawson y *G. johnstonii* E.Y. Dawson (sin. *Chondracanthus squarulosus* (Setchell & N.L. Gardner) Hughey, P.C. Silva & Hommersand) y “taca-noosc” (‘papila de pescador’) *Euclidean uncinatum* Setchell & N.L. Gardner (sin. *Tacanoosca uncinata* (Setchell & N.L. Gardner) J.N. Norris, P.W. Gabrielson & D.P. Cheney), para simular alimento debido a la consistencia carnosa de sus ramas (Norris, 1985). Además, elaboraban muñecas a partir de *Sargassum herporhizum* Setchell & N.L. Gardner, cuyos accesorios, tales como sombreros, los hacían a base de *Colpomenia tuberculata* D.A. Saunders “hant iteja” (‘vejigas de tierra’), mantas o bufandas, a partir de *Cryptonemia obovata* J. Agardh y *Halymenia coccinea* (Harvey) I.A. Abbott (sin. *Weeksia coccinea* (Harvey) S.C. Lindstrom) conocidas como “moosniipnáil” (‘falda de las tortugas marinas’). *Sargassum* era conocido bajo la denominación de “xpanáams”, que era el etnotipo o modelo de algas para los Seris (Norris, 1985).

En la actualidad se conoce que en Xochipala (Guerrero) *Nostoc commune* es nombrada por algunos pobladores como ‘moco de tierra’, ‘orejita de agua’, ‘pastito’, ‘sapitos’ y ‘baba de vaca’ y es preparada por el curandero en forma de unguento, para aliviar articulaciones inflamadas y con dolor, además contra otras afecciones de la piel; así mismo los niños las usan en sus juegos, y algunas personas la emplean para alimentar animales de corral (Álvarez-Murillo, 2007); en Amatenango del

Valle (Los Altos, Chiapas) se emplea también *Nostoc* spp. que es conocido en la localidad como “yamuxil balmilal” (‘señal de la tierra’) en el alivio de quemaduras e hinchazones (Bautista-González, 2013); en San Marcos Tlaxalpan (Estado de México) se emplea una “lama de agua verde” que es un conjunto de algas que se recogen en las orillas de un lago que se encuentra en la comunidad, empleadas para aliviar las quemaduras (Bautista-González, 2013); en Guerrero, se emplea *Padina* sp. para preparar ceviche, y *Caulerpa chemnitzia* (Esper) J. V. Lamouroux como complemento en ensaladas (L. E. Mateo-Cid, com. pers., 2017) al igual que *Dermonema* spp. (D. Rodríguez, com. pers., 2018); mientras que en el estado de Oaxaca se señala el consumo de *Halimeda* sp. para evitar convulsiones (L. E. Mateo-Cid, com. pers., 2017). Asimismo, en Ciudad de México y distintos estados se comercializan productos a base de *A. maxima* y *A. platensis* (bajo la denominación genérica de “spirulina”) y *Fucus* sp. (Arenas et al., 2013). Estudios realizados en la ciudad de México por Molares et al. (2012), revelan que los productos de mayor venta corresponden a los que poseen especies de importancia medicinal a nivel global y aquellos de uso tradicional. Estas investigaciones se complementan con las de Arenas et al. (2013) quienes efectuaron un relevamiento etnofarmacológico que comprendió el análisis micrográfico, etnobotánico y farmacológico de los productos antes mencionados.

## ESTADO DE LA ETNOFICOLOGÍA MEXICANA

En particular, los estudios relacionados con el conocimiento tradicional sobre las algas son escasos en el país, entre los que se destaca el proyecto dirigido por Martha Ortega: “Estudio de las algas comestibles del Valle de México”, que generó cuatro trabajos, donde se recopila históricamente el uso prehispánico de las algas del Valle de México, aunado a la búsqueda en mercados locales de los productos elaborados a base de estos organismos, para identificarlos y describirlos, y así mismo, se realizaron análisis químicos comparativos entre algunas de las especies encontradas para evaluar su aprovechamiento en la dieta humana (Ortega, 1972; Salcedo-Olavarrieta et al., 1978a; Salcedo-Olavarrieta et al., 1978 b; Godínez et al., 1984). Por su parte, Norris (1985) abordó el estudio del uso de las algas marinas por la tribu Seri en el noreste del país. Posteriormente, Ortega y colaboradores (1997) exploraron los mercados locales de México y presentaron los usos de las algas marinas, los saberes tradicionales asociados y su aprovechamiento, principalmente como alimento y medicina. Y finalmente, el trabajo más reciente en la materia, es el de Godínez et al. (2001) que recopila y documenta la información histórica existente desde el período prehispánico hasta la actualidad, respecto a los usos y aplicaciones de las algas continentales. En total, los trabajos enlistados son menos de diez, que se encuentran referidos al saber tradicional de las algas en México, pero si tomamos en cuenta la extensión del país, su colindancia con el océano Pacífico y Atlántico, y la influencia del mar Caribe, nos encontramos ante un enorme desconocimiento sobre el saber tradicional y potencial de estos organismos.

En sus orígenes, el desarrollo de los estudios ficológicos nacionales estuvieron acogidos por la Sociedad Botánica de México, fundada en 1941, donde se dieron a conocer las primeras investigaciones sobre las algas (Robledo et al., 2003). Sin embargo, la representación de esta disciplina se hace más evidente en el Primer Congreso Mexicano de Botánica realizado en 1960, donde se presentó el trabajo de Huerta-Múzquiz (1960). En las sucesivas versiones de aquél congreso, se presentaron los trabajos de Huerta-Múzquiz y Garza Barrientos (1964, 1966, 1980). En el año 1993, se fundó la Sociedad Ficológica de México, presidida por Jorge González González (Robledo et al., 2003). Los objetivos de esta Sociedad fueron promover el desarrollo de la Ficología en México, establecer vínculos con otras instituciones nacionales relacionadas con la temática, promover la formación de ficólogos en el país, y mejorar la enseñanza de esta disciplina en los diferentes niveles educativos. Asimismo, se propuso incrementar el intercambio entre investigadores, profesores y estudiantes de diferentes instituciones nacionales, y finalmente, promover y difundir los resultados en

las publicaciones pertinentes (Robledo et al., 2003). En el año 2010, la Sociedad Ficológica de México cambia su nombre por el de Sociedad Mexicana de Ficología (SOMFICO, 2017).

La mayoría de los trabajos sobre algas realizados en México, han estado orientados a incrementar el acervo del conocimiento de la riqueza y diversidad ficológica del país, tanto de algas marinas como de agua dulce presentes en el territorio nacional (Pedroche y Senties, 2003). En la actualidad han aumentado los estudios biotecnológicos con algas, en áreas de biorremediación y obtención de sustancias bioactivas donde, en especial, se ha evaluado satisfactoriamente la actividad biológica de algunas especies como: antibióticas, anticoagulantes, aglutinantes, hipocolesterolémicas, antileishmaniásicas, antioxidantes, citotóxicas y antiproliferativas de líneas celulares cancerígenas (Lobato-Benítez, 2015). Sin embargo, el trabajo etnoficológico en el país es exiguo. Una de las principales causas que influyen en el escaso desarrollo de esta línea de investigación en México, se relaciona con el incipiente aprovechamiento de las algas en el país, a pesar de contar con una extensa región marina en el Pacífico, Atlántico y Caribe. La segunda causa, es porque la “Etnoficología” como una rama de la ficología, es una disciplina de reciente mención en la literatura.

Los estudios realizados a nivel mundial con un enfoque etnoficológico son escasos, esto se debe a que muchos de ellos se abordan desde la perspectiva etnobotánica, lo que se refleja en los títulos de las publicaciones, por ejemplo los trabajos de Abbott (1984), Anggadiredja (2009) o Bhosale y colaboradores (2012). Aquí subyace un aspecto importante: no se tiene un marco de referencia claro de lo que es la Etnoficología, por lo que apenas se dejan entrever los objetivos y los métodos de la práctica etnoficológica, que definitivamente deben ser pensados y construidos gradualmente.

La primera mención del término “Etnoficología” de manera formal es la de Arenas (2009), sin embargo en ella, no se realiza una definición respecto al término, y en este trabajo sólo se presentan tres estudios de caso en Latinoamérica.

La primera definición formal de Etnoficología, es la de García-Quijano y Pitchon (2010) presente en su trabajo de etnobiología acuática. En el libro *Introduction to Ethnobiology* (2016), de la editorial Springer, Arenas elabora un capítulo denominado “Ethnophycology” donde complementa la definición de García Quijano y Pitchon (2010) y profundiza sobre el trabajo etnoficológico aplicado que se realiza en Argentina, además de establecer dos definiciones sobre lo que es el conocimiento ficológico y el conocimiento ficológico urbano, ambas enmarcadas en la práctica etnoficológica.

Define al *conocimiento ficológico* (CF) como un conjunto de conocimientos y creencias acerca de las algas, partes de las mismas y productos derivados, que orienta diversas acciones como los modos de obtención, selección, empleo, procesamiento y consumo.

Mientras que el *conocimiento ficológico urbano* (CFU) es característico de contextos pluriculturales de las áreas urbanas, donde los saberes acerca de las algas se transmiten principalmente a través de los medios de comunicación, en especial Internet, de modo que la difusión ocurre en un lapso breve y en múltiples direcciones. La pluriculturalidad emerge, mayormente, de la presencia de diferentes grupos de inmigrantes en el ámbito local (Hurrell, 2014; Hurrell y Pochettino, 2014). Desde el punto de vista metodológico, el CFU se obtiene básicamente de entrevistas realizadas tanto a consumidores como a los responsables de las tiendas de alimentos saludables, llamadas *Dietéticas* en la Argentina (Arenas, 2016).

Por lo expuesto hasta aquí, proponemos construir una definición más integral del concepto “Etnoficología”, considerando:

- a) Analizar y reflexionar las relaciones seres humanos-algas.
- b) Abordar el estudio y la interpretación de la dinámica del conocimiento en torno a las algas, en el marco de diferentes contextos (etnobiológico, histórico, socio-cultural, biológico, económico), ya que cada saber cuenta con una significación propia.
- c) Integrar de forma interdisciplinaria los saberes histórico, sociológico, antropológico y biológico relativo a las algas y su propia significación cultural.

- d) Abordar los usos de las algas en los aspectos, principalmente, alimentarios, medicinales, simbólicos, cosméticos, ornamentales, y como material de construcción de viviendas.

A partir de estos elementos, podríamos definir a la *Etnoficología* como el estudio científico que documenta, analiza, interpreta y reflexiona sobre las relaciones entre los humanos y las algas en distintos contextos (indígena, rural, urbano), inmersos en un marco socio-cultural e histórico, en un tiempo y espacio determinados.

En cuanto a la metodología, entre sus herramientas se hallan algunas de las técnicas cuali y cuantitativas propias de la etnobotánica (entrevistas abiertas, estructuradas, semiestructuradas, enlistados libres). El relevamiento de la información se realiza entre diferentes informantes seleccionados conforme los objetivos propuestos, calificados y legos (Albuquerque et al., 2014). Asimismo, se realiza el registro de la información con diferentes dispositivos de audio y video, además de la libreta de campo. Es fundamental contar con un ejemplar del alga o parte de ella para su herborización así como disponer de material de referencia para efectuar su correcta identificación, lo que permite documentar y contrastar las especies útiles de las que se hace mención, esto con la finalidad de preservar y mantener el conocimiento ancestral (Hernández-Xolocotzi, 1990). Además se debe considerar que es indispensable tener un primer acercamiento con la comunidad con la que se interactúa, para tener una idea sobre sus prácticas y saberes, además de considerar el apoyo de algún traductor en caso de que la lengua sea distinta a la del investigador, esto para mantener de la manera más fidedigna, la información que se transmite.

En el caso de las investigaciones efectuadas en contextos pluriculturales urbanos, cuyo objeto de estudio es el conocimiento ficológico que posee la población local, consideramos que es un tema de absoluta vigencia, porque rescata conocimientos ligados a las tradiciones de diferentes enclaves (Arenas y Lozada, 2004; Arenas, 2007; Pochettino et al., 2008; Arenas, 2009, 2010; Molares et al., 2012; Arenas et al., 2013; Arenas y Fajardo 2014; Arenas et al., 2015). Así mismo, otros estudios ponen el énfasis en el control de calidad de los productos comercializados (Arenas y Cortella, 1996; Arenas et al., 1997; Arenas, 2003). En estos casos la metodología que se ha desarrollado para analizar la composición de distintos productos comercializados es por medio de la micrografía, la que permite reconocer e identificar a los organismos presentes en estas muestras, aun cuando los mismos se encuentren en diferentes estados de presentación, tales como molidos, fragmentados, deshidratados, cocidos, encurtidos, entre otros (Vignale y Gurni, 2007). Esta metodología se ha venido aplicando en investigaciones etnobotánicas en general y en estudios etnoficológicos en particular, en el Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada (LEBA), de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

A principios de la década de 1980, la investigación etnobiológica cobró mayor interés en México, basada en que el conocimiento, el manejo y el uso tradicional de los recursos bióticos están sustentados en la sabiduría de los pueblos (Maldonado-Koerdell, 1979). La investigación ficológica en el país ha descuidado la importancia que reside en el conocimiento tradicional sobre las algas, y ha desaprovechado la información étnica y cultural de las áreas geográficas donde se han realizado inventarios ficológicos y trabajos taxonómicos y ecológicos, por ello, es indispensable realizar un trabajo que integre la ficología con el conocimiento ficológico propio de las comunidades, lo que contribuirá a alcanzar una mayor comprensión y aprovechamiento de los recursos algales en el país.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este esfuerzo fue realizado con profunda gratitud y admiración a las memorias de la maestra Laura Huerta Múzquiz y Dra. Martha María Ortega González, quienes dedicaron sus vidas al estudio de las algas mexicanas, motivando e instruyendo a las nuevas generaciones de ficólogos, así como también, el espacio que le brindaron a la ficología, dentro de la investigación científica en México.

A la memoria del Dr. Sebastián A. Guarrera, por su infinita sabiduría y cordialidad.

## REFERENCIAS

- AARONSON, S. A role for algae as human food in antiquity. **Food and Foodway** 1(3): 311-315, 1986.
- ABBOTT, I.A. **Limu: An ethnobotany of Hawaiian seaweeds**. Pacific Tropical Botanic Garden, Lawai, Hawaii, 1984. 35 p.
- ABBOTT, I. A. Ethnobotany of seaweeds: clues to uses of seaweeds. **Hydrobiologia** 326/327: 15-20, 1996.
- ABDULQADER, G., BARSANTI, L. y TREDICI, M.R. Harvest of *Arthrospira platensis* from Lake Kossorom (Chad) and its household usage among the Kanembu. **Journal of Applied Phycology** 12: 493-498, 2000.
- AGUILAR-ROSAS, R., ESPINOZA-AVALOS, J. y AGUILAR-ROSAS, L. E. Uso de las Algas marinas en México. **Ciencia y Desarrollo** 143: 65-73, 1998.
- ALBUQUERQUE, U.P., CRUZ DA CUNHA, L.V.F., LUCENA, R.F.P., ALVES, R.R.N. (Eds.) **Methods and techniques in Ethnobiology and Ethnoecology**. Springer-Humana Press, New York. 2014. 480 p.
- ÁLVAREZ-COBELAS, M. y GALLARDO, T. Una revisión sobre la Biotecnología de las Algas. **Botánica Complutensis** 15: 9-60, 1989.
- ÁLVAREZ-MURILLO, A. Estudio etnoficológico, taxonómico y químico del alga *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cyanophyta) en la comunidad de Xochipala, Guerrero. 2007. 80 p. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ANGGADIREDJA, J. T. Ethnobotany study of seaweed diversity and its utilization in Warambadi, Panguhalodo areas of East Sumba District. **J. Tek. Ling** 10(3): 297-310, 2009.
- ARENAS, P.M. Microalgas (Cyanophyta y Chlorophyta) presentes en suplementos dietéticos utilizados para adelgazar. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica** 38(1-2) 113-121, 2003.
- Arenas, P. M. Relevamiento etnofarmacológico, análisis micrográfico y potenciales efectos fisiológicos de suplementos dietéticos conteniendo algas en su composición. 2004. 841 p. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- ARENAS, P.M. Suplementos dietéticos: estudio etnobotánico en zonas urbanas. **Kurtziana** 33(1): 193-202, 2007.
- ARENAS, P.M. **Algas empleadas en la elaboración de suplementos dietéticos: abordaje etnobotánico en algunas áreas urbanas de Argentina**. En ARENAS, P. M. (ed.): Etnoficología aplicada, estudios de caso en relación a la salud y la alimentación en ambientes rurales y urbanos. RISAPRET-CYTED, San Salvador de Jujuy, Argentina, 2009. p. 73-186.
- ARENAS, P. M. **Consumo de algas en la provincia de Buenos Aires, Argentina: tradición o nuevo uso de los recursos?**. En POCHETTINO, M.L., LADIO, A. y ARENAS, P.M (eds.): Tradiciones y transformaciones en etnobotánica. CYTED-RISAPRET, S.S. de Jujuy, Argentina, 2010. p. 308-312.
- ARENAS, P. M. **Ethnophycology**. En ALBUQUERQUE, U.P. y ALVES, R. (eds.): Introduction to Ethnobiology. Springer International Publishing Switzerland, 2016. p. 47-52.
- ARENAS, P.M. y CORTELLA, A.R. Análisis microscópico de muestras comerciales de *Spirulina*. **Acta Farmacéutica Bonaerense** 15(1): 11-19, 1996.
- ARENAS, P.M., CORREA, R.F. y CORTELLA, A.R. Algas (Phaeophyta) presentes en productos comerciales utilizados para adelgazar. **Acta Farmacéutica Bonaerense** 1(3): 151-160, 1997.
- ARENAS, P.M. y FAJARDO, J. **Symposium ethnomicology and ethnobotany of cryptogams**. En: VI Congreso Internacional de Etnobotánica, 2014. Córdoba, España. HERRERA, F., TARIFA, F. y HERNÁNDEZ, E. (eds.) ICEB 2014. 499 p.
- ARENAS, P. M. y LOSADA, D. **Conocimiento popular y consumo de algas en áreas urbanas: el rol de las "dietéticas" como centro de expendio**. En Proceedings III International Ethnobotany Disciplines Symposium. Porto Alegre, Brasil, 2004.
- ARENAS, P.M. et al. Algas y plantas comercializadas como adelgazantes en el Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. **Gaia Scientia** 9(3): 32-40, 2015.
- ARENAS, P. M. et al. Ethnobotanical, micrographic and pharmacological features of plant-based weight-loss products sold in naturist stores in Mexico City: the need for better quality control. **Acta Botánica Brasílica** 27(3): 560-579, 2013.
- BASURTO-PEÑA, F. 2009. **El tecuítlatl o Espirulina (*Arthrospira maxima* Setchell & Gardner) Alimento prehispánico con potencial al futuro**. En ARENAS, P.M. (ed.): Etnoficología aplicada, estudios de caso en relación a la salud y la alimentación en ambientes rurales y urbanos. RISAPRET-CYTED. San Salvador de Jujuy, Argentina, 2009. p. 46-68.
- BAUTISTA-GONZÁLEZ, J. A. **Conocimiento tradicional de hongos medicinales en seis localidades diferentes del país**. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 2013. 158 p.
- BHOSALE, R., ROUT, J. y CHAUGULE, B. The Ethnobotanical study of an edible freshwater red alga, *Lemanea fluviatilis* (L.) C. Ag. from Manipur, India. **Ethnobotany Research & Applications** 10: 69-76, 2012.
- CANTORAL-URIZA, E.A. La tierra de diatomita para la eliminación de metales pesados en cuerpos de aguas continentales. **Boletín de la Sociedad Mexicana de Ficología** 2: 8-13, 2013.
- CASTELLOTTI, C. **Algas, su uso terapéutico y nutricional**. Editorial Dilema. Madrid, España, 2008. 250 p.

- CHAPMAN, V.J. **Seaweeds and their uses**. 2da ed. Methuen y CO. LTD. Gran Bretaña, 1970. 304 p.
- DÍAZ-LARREA, J., PEDROCHE, F.F. y SENTÍES, A. Impacto de los estudios moleculares en la ficología comparada mexicana: el caso de las macroalgas marinas. **Cymbella** 2(1): 1-15, 2016.
- ESPINOSA, D. y OCEGUEDA, S. **El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural**. En Capital Natural de México I, Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 2008. p. 33-65.
- ESPINOSA, M. J. **Cochayuyo como símbolo y sus usos culinarios**. En Recursos, mercancías y cultura del mar en Chile. Grupo de Investigación de la Pesca Artesanal y Sociedades Costeras. Escuela de Antropología UAHC, 2013. p. 1-9.
- GARCÍA-QUIJANO, C.G. y PITCHON, A. **Aquatic ethnobiology**. En: STEPP, J. R. (ed): Ethnobiology, 1st ed, Encyclopedia of life support systems (EOLSS). UNESCO, Oxford, UK, 2010.
- GARZA-BARRIENTOS, M.A. y MARTÍNEZ-LOZANO, S. **Determinación preliminar del contenido de carragenano en algunas algas marinas mexicanas (Rhodophyta)**. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Tomo III, 1980. p. 2195-2207.
- GARZA-BARRIENTOS, M.A. y GONZÁLEZ-ALANÍS, R. Determinación y caracterización del ficocoloide de *Eucheuma isiforme* (J. Agardh) C. Agardh, de las costas de Yucatán, México. **Biótica** 8(1): 25-29, 1983.
- GODÍNEZ, J.L., ORTEGA, M.M. y DE LA LANZA, G. Study of the edible algae of the Valley of Mexico IV: Analysis of some inorganic elements. **Nutrition Reports International** 30(6): 1279-1285, 1984.
- GODÍNEZ, J.L. et al.. Traditional knowledge of Mexican continental algae. **Journal of Ethnobiology** 21(1): 57-88, 2001.
- GUZMÁN DEL PRÓO, S.A., CASAS, M., DÍAZ, A., DÍAZ, M.L, PINEDA, J. y SÁNCHEZ, M.E. Diagnóstico sobre investigaciones y explotación de las algas marinas en México. **Investigaciones marinas CICIMAR** 3(2): 1-63, 1986.
- Hart, G.M., Ticktin, T., Kelman, D., Wright, A.D. y Tabandera, N. Contemporary gathering practice and antioxidant benefit of wild seaweeds in Hawaii. **Economic Botany** 68(1): 30-43, 2014.
- HERNÁNDEZ-XOLOCOTZI, E. **El concepto de etnobotánica**. En HERNÁNDEZ-XOLOCOTZI, E., CUEVAS-SÁNCHEZ, J.A. y ESTRADA-LUGO, E. (eds.): Etnobotánica, notas del curso. Departamento de fitotecnía, Universidad Autónoma de Chapingo, 1990. p. 6-13.
- HOEK VAN DEN C, MANN, D.G. y JAHNS H.M. **Algae: An introduction to phycology**. Cambridge University Press, 1995. 623 p.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. **Aprovechamiento de las algas marinas**. Boletín de la Sociedad Botánica de México 25: 62-72, 1960.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. La utilidad de los herbarios en los estudios tendientes a encontrar nuevas fuentes alimenticias. **Boletín de la Sociedad Botánica de México** 34: 102-109, 1975.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. y GARZA-BARRIENTOS, M.A. Algas marinas de la barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. **Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas** 13: 5-21, 1964.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. y GARZA-BARRIENTOS, M.A. Algas marinas del litoral del estado de Campeche. **Ciencia** 24(5-6):193-200, 1966.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. y CHÁVEZ, M.L. Presencia de vitamina B<sub>12</sub> en algunas algas marinas de las costas de México. **Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas** 15: 9-22, 1968.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. y GARZA-BARRIENTOS, M.A. Contribución al conocimiento de la flora marina de la zona sur del litoral de Quintana Roo, México. **Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas** 23: 25-44, 1980.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. y ESPINOSA, D. **Algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán y uso potencial de especies selectas**. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. M039, DF, México, 2000.
- HURRELL, J.A. Urban Ethnobotany in Argentina: Theoretical advances and methodological strategies. **Ethnobiology and Conservation** 3(2): 1-11. 2014.
- HURRELL, J.A. y POCHETTINO, M.L. **Urban Ethnobotany: theoretical and methodological contributions**. En ALBUQUERQUE, U.P. et al. (Eds.): Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology. New York: Springer-Humana Press, 2014. p. 293-310.
- KENICER, G., BRIDGEWATER, S.Y MILLIKEN, W. The ebb and flow of Scottish seaweed use. **Botanical Journal Scotland** 52(2): 119-148, 2000.
- KUMAR, DAS S. Dietary use of Algae among tribal of North-east India: special reference to the Monpa tribe of Arunachal Pradesh. **Indian Journal of Traditional Knowledge** 15(3): 509-513, 2016.
- LOBATO-BENÍTEZ, C. **Usos y aplicaciones de las algas en México**. Tesis de Licenciatura (Biología). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 2015. 207 p.
- LOVRIC, A.Z, RAC, M.Y MILEKOVIC, M.H. Diversity of old-croatian names for seaweeds and maritime nature in the Adriatic Islands. **Natura Croática** 11(4): 455-477, 2002.
- MALDONADO-KOERDELL, M. **Estudios etnobiológicos I. Definición, relaciones y métodos de la etnobiología**. En: BARRERA, A. (ed.) La etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A. C. México, 1979. p. 7-11.

- MOLARES, S., ARENAS, P.M. y AGUILAR, A. Etnobotánica urbana de los productos vegetales adelgazantes comercializados en México, DF. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas** 11(5): 400-412, 2012.
- MORRIS, C., BALA, S., SOUTH, G.R., LAKO, J., LOBER, M. y SIMOS, T. Supply chain and marketing of sea grapes, *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyta: Caulerpacae) in Fiji, Samoa and Tonga. **Journal of Applied Phycology** 26: 783-789, 2014.
- MUJICA, S.A., APAZA, A.S. y CHURA, Y.E. **Potencialidades, distribución y valor nutracéutico de “Llayta”, “Murmunta” o “Llullucha” en el Perú**. En ARENAS, P. M. (ed.): Etnoficología aplicada, estudios de caso en relación a la salud y la alimentación en ambientes rurales y urbanos. RISAPRET-CYTED, San Salvador de Jujuy, Argentina, 2009. p. 13-42.
- MUÑOZ-CREGO, A. et al. **Drogas del mar. Sustancias biomédicas de algas marinas**. Universidad de Santiago Compostela. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, 1992. 188 p.
- NISIZAWA, K. et al. The main seaweed foods in Japan. **Hydrobiologia** 151/152: 5-29, 1987.
- NORRIS, J.N. Marine Algae. En FELGER, R.S. Y MOSER, M.B. (eds.): **People of the Desert and Sea: Ethnobotany of the Seri Indians**. Tucson, University Arizona Press, USA, 1985. p. 207-216.
- NOVELO, E. y TAVERA, R. Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. **Hidrobiológica** 21(3): 333-341, 2011.
- ORTEGA, M.M. Estudio de las algas comestibles del Valle de México I. **Revista Latinoamericana de Microbiología** 14: 85-97, 1972.
- ORTEGA, M.M. **Catálogo de las algas continentales recientes de México**. Universidad Nacional Autónoma de México, 1984. 295 p.
- ORTEGA, M.M. y GODÍNEZ, J.L. Perspectivas de la Ficología en México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México** 55: 115-122, 1994.
- ORTEGA, M. M. et al. **Los usos de las algas continentales**. En AGT (ed.): Ficología de México, Algas continentales. México, 1994. p. 183-196.
- ORTEGA, M.M., GODÍNEZ, J.L. y VILACLARA, G. **Relación histórica de los antecedentes y origen del Instituto de Biología de la UNAM**. Universidad Nacional Autónoma de México, 1996. 98 p.
- ORTEGA, M.M. et al. Uso tradicional de las algas marinas en México. **Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente** 3(2): 161-163, 1997.
- ORTEGA, M.M., GODÍNEZ, J.L. y GARDUÑO, G. Catálogo de las algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. **Cuadernos del Instituto de Biología** 34, 2001. 594 p.
- ORTIZ, V.J. **Composición Nutricional y Funcional de Algas Pardas Chilenas: *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica***. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. 2011. 35 p.
- OSTRAFF, M. **Contemporary uses of Limu (marine algae) in the Vava'u Island Group, Kingdom of Tonga: an Ethnobotanical Study**. Tesis de Doctorado. Universidad de Victoria, Columbia Británica, Canadá. 2003. 261 p.
- PEDROCHE, F.F. y SENTÍES, A. Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. **Hidrobiológica** 13(1): 23-32, 2003.
- PEREIRA, L. **Edible seaweeds of the world**. Taylor & Francis y CRC. Nueva York, Estados Unidos, 2016. 453 p.
- PERIYASAMY, C., ANANTHARAMAN, P. y BALASUBRAMANIAN, T. 2014. Social upliftment of coastal Fisher women thought seaweed (*Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty) farming in Tamil Nadu, India. **Journal of Applied Phycology** 26: 775-781, 2014.
- POCHETTINO, M.L. et al. Conocimiento botánico tradicional, circulación comercial y consumo de plantas medicinales en un área urbana de Argentina. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas** 7(2): 141-148, 2008.
- ROBLEDO, D., GODÍNEZ, J.L. y FREILE-PELEGRÍN, Y. **Contribuciones ficológicas de México**. Sociedad Ficológica de México, A.C. Mérida, Yucatán, 2003. 152 p.
- SALCEDO-OLAVARRIETA, N. et al. Estudio de las algas comestibles del Valle de México II: Análisis químico comparativo. **Revista Latinoamericana de Microbiología** 20: 211-214, 1978a.
- SALCEDO-OLAVARRIETA et al. Estudio de las algas comestibles del Valle de México III: Análisis comparativo de aminoácidos. **Revista Latinoamericana de Microbiología** 20: 215-217, 1978b.
- SCHWIMMER, M. y SCHWIMMER, D. **The role of algae and plankton in medicine**. Grune and Stratten, New York, USA, 1955.
- SOMFICO. Sociedad Mexicana de Ficología. <http://www.somfico.org/>, Acceso 14 de mayo 2017.
- SOUTH, G.R. Edible seaweeds of Fiji: An Ethnobotanical Study. **Botanica Marina** 36: 335-349, 1993.
- STOYNEVA-GÄRTNER, M.P. y UZUNOV, J. An Ethnobiological Glance on Globalization Impact on the Traditional Use of Algae and Fungi as Food in Bulgaria. **Nutrition & Food Science**, 5(5): 1-6, 2015.
- TITO, O. D. y LIAO, M. L. Ethnobotany of *Solieria robusta* (Gigartinales, Rhodophyta) in Zamboanga, Philippines. **Science Diliman** 12(2): 75-77, 2000.

TURNER, N. J. The ethnobotany of edible seaweed (*Porphyra abbottae* and related species; Rhodophyta: Bangiales) and its use by First Nations on the Pacific Coast of Canada. **Canadian Journal of Botany** 81: 283–293, 2003.

VIGNALE, N.D. y GURNI, A.A. **Aplicaciones de la micrografía en la identificación de especies**. Libro de Actas Primer Simposio internacional de Investigación. 19 al 22 de noviembre de 2005. Universidad Católica de Santiago del Estero. Departamento Académico de San Salvador (UCSE-DASS). S. S. de Jujuy, 2007. p. 433-444.

ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J.A. **Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en México**. En FAO: Situación actual de la industria de las macroalgas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. Documento de Campo 13, México, 1993. p. 5-15.