

Aportaciones nutrimentales, funcionales y sensoriales derivadas de la aplicación de tres métodos de cocción de la gastronomía tradicional mexicana

Nutritional, functional and sensory contributions derived from the application of three cooking methods in traditional Mexican gastronomy

María del Rosario Ayala-Moreno*
Universidad La Salle México (México)

Laura Itzel Alonso Juárez
Universidad La Salle México (México)

María José Losana-Valencia
Universidad La Salle México (México)

Verónica García Saturnino
Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Recibido: 06 de diciembre de 2024

Aceptado: 07 de febrero de 2025

Publicado: 09 de agosto de 2025

Resumen

Se analizaron las aportaciones nutrimentales, sensoriales y funcionales derivadas de la aplicación de tres métodos de cocción de la gastronomía tradicional mexicana (tatemado, el pib y la cocción en hojas), que sirvan de base para proponer alternativas de alimentación atractivas, saludables y preferentemente sustentables. Se realizó una revisión bibliográfica de los últimos diez años (2004-2024), empleando los buscadores Scielo, PubMed, Redalyc y dos programas de inteligencia artificial (Perplexity y Elicit). El tatemado destaca características sensoriales como el sabor ahumado, cenizo y amargo, una textura crujiente en la superficie y suave al interior, favorece la disponibilidad de los carbohidratos, aumenta el aporte de fibra y el poder antioxidante. La cocción en hojas infunde notas características de sabor dependientes del tipo de hoja y aumenta la disponibilidad de ácidos grasos poliinsaturados. El pib proporciona notas de sabor ahumado y a madera, textura suave y jugosa; favorece la cocción con mínima pérdida de agua y por tanto de vitaminas hidrosolubles. La principal limitación de la investigación

*Email: rosario.ayala@lasalle.mx



fue la carencia de información sobre las propiedades nutrimentales de alimentos elaborados a partir de estos métodos de cocción. Los documentos antropológicos y gastronómicos destacan la relevancia cultural y las cualidades sensoriales de los métodos de cocción aquí estudiados; sin embargo, existe muy poca información científica sobre sus beneficios nutricionales. Esta ausencia de conocimiento abre prometedoras líneas de investigación, posicionando dichos métodos como una opción accesible y valiosa para mejorar la alimentación y la salud de la población. Los alimentos preparados mediante estos métodos de cocción de origen prehispánico presentan características especiales, que combinan valores culturales, nutrimentales, funcionales y sensoriales únicos. Su conservación y práctica en la población ofrece una oportunidad de mejora nutricional, culturalmente pertinente y sustentable, a la vez que rescata el conocimiento empírico ancestral y enriquece la herencia cultural de México.

Palabras clave: tatemado; pib; cocción en hojas; organoléptico; cocina tradicional.

Abstract

To analyze the nutritional, functional, and sensory contributions of three traditional Mexican cooking methods (tatemado, pib, and cooking in leaves), to identify potential benefits that may inspire attractive, healthy, and preferably sustainable food alternatives. A bibliographic review was conducted using the Scielo, PubMed, and Redalyc databases, and two artificial intelligence tools (Perplexity and Elicit), considering publications from the period 2003–2024. Tatemado imparts unique sensory qualities, such as smoky, ashy, and slightly bitter flavors, a crispy exterior, and a soft interior. This method enhances carbohydrate availability, fiber content, and antioxidant activity. Cooking in leaves adds distinct flavor profiles based on the type of leaf used and boosts the presence of polyunsaturated fatty acids. Pib cooking provides smoky and woody flavors and results in a tender, juicy texture, which may help retain water-soluble nutrients. A significant limitation of this research is the limited information regarding the nutritional properties of foods prepared using these traditional cooking methods. This study suggests that foods cooked using traditional Mexican methods offer unique sensory qualities and nutritional benefits with potential health advantages, an area that remains underexplored and presents new research opportunities. Foods prepared using these pre-Hispanic cooking methods exhibit special characteristics that combine unique cultural, nutritional, functional, and sensory values. Their preservation and continued practice among the population provide an opportunity for culturally relevant, sustainable nutritional improvement while rescuing ancestral empirical knowledge and enriching Mexico's cultural heritage.

Keywords: tatemado; pib; cooking in leaves; organoleptic; traditional cooking.

Introducción

Dietas tradicionales como estrategia de vida saludable

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018), en México 36.1% de los adultos mayores de 20 años tienen obesidad, esta condición se presenta también en el 17.5% de los niños de 5 a 11 años y el 14.6% de los niños de 12 a 19 años, con un impacto considerable en las principales causas de muerte asociadas a esta condición, como las enfermedades del corazón y la diabetes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [INEGI], 2024). La dieta hipercalórica es uno de los principales factores etiológicos de la obesidad, cuya base son los alimentos procesados o ultraprocesados con elevado contenido de azúcares, grasas, harinas refinadas, bajo contenido de fibra y un alto consumo de bebidas azucaradas. Estos alimentos provenientes principalmente de la elaboración industrial están caracterizados por una menor calidad nutrimental y alta densidad calórica (Martí et al., 2021; Rivera-Domarco et al., 2018). En la búsqueda de estrategias para promover una alimentación más saludable, algunas instancias internacionales especializadas en materia de salud y alimentación, han sugerido reincorporar las dietas tradicionales de algunas regiones del mundo porque estas pueden aportar mayor cantidad de antioxidantes, fibra y proteína vegetal, derivado de un alto consumo de frutas, vegetales, tubérculos, legumbres, y menor consumo de carnes rojas (Food and Agriculture Organization [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). Lo anterior resalta el beneficio de adoptar y rescatar patrones de alimentación y sus métodos de cocción ancestrales, que promuevan el abandono de hábitos de alimentación que ponen en riesgo la salud y que sirvan como estrategias para la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Troncoso-Pantoja, 2019; Almaguer et al., 2020).

En el caso de nuestro país, la denominada dieta de la milpa se ha descrito como un modelo de alimentación mesoamericano bio-sustentable y una estrategia para hacer frente a la obesidad (Almaguer, 2020). Aunque falta evidencia para asegurar que las dietas con mayor aporte de carbohidratos complejos, fibra, proteína vegetal, grasa monoinsaturada y poliinsaturada, vitaminas y minerales, conllevan un beneficio significativo para la salud (Valerino-Perea et al., 2019), existe claridad en la pertinencia cultural y sustentable que hace especialmente importante este patrón dietario. Además, este tipo de dieta rescata mucho de las tradiciones culinarias y del modo de vida de la población (Martínez & Lozano, 2023; Ávila-Nava et al., 2017).

Algunos beneficios de la dieta de la milpa son: el aporte balanceado de aminoácidos esenciales derivados de proteína de origen vegetal (maíz, frijol) (Millward, 1999), el elevado contenido de fibra dietética (soluble e insoluble), el aporte de ácidos grasos mono y poliinsaturados, así como el efecto antioxidante y antiinflamatorio (Almaguer et al., 2020).

Adicionalmente, un beneficio de la dieta mesoamericana son los métodos de cocción tradicionales, bajo los cuales parece potencializarse el aporte nutrimental y las propiedades sensoriales de los alimentos; sin embargo, a este respecto existe muy poca información.

Características de la gastronomía mexicana

México cuenta con una amplia diversidad de tradiciones y técnicas culinarias, que son un símbolo de la identidad cultural y que, además, constituyen elementos necesarios para propiciar la integración social y el desarrollo comunitario. La preservación de la gastronomía es una forma de mantener valores culturales e impulsar la riqueza natural de un país, es una expresión de la identidad comunitaria que fortalece vínculos sociales, consolida la identidad nacional, regional y local (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, [UNESCO], 2010). Además, el arte culinario mexicano está cargado de símbolos especiales en rituales y tradiciones, que lo vuelve único en el mundo, motivo por el cual fue reconocido en noviembre del 2010 como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad (Presidencia de la República, 2015; UNESCO, 2010).

El amplio interés en el estudio de la gastronomía tradicional mexicana se debe, en parte, a que es un modelo cultural que incluye la práctica de rituales ancestrales, conocimientos empíricos prehispánicos y diversas actividades socioeconómicas que sugieren una participación de toda la cadena alimentaria tradicional, desde la siembra y colecta de cosechas, hasta la elaboración culinaria y degustación de los platillos en un ámbito social muy característico. Como elementos básicos de la cocina mexicana destacan el maíz, los frijoles, el chile, así como una gran diversidad de ingredientes autóctonos como tomates de variedades diversas, calabazas, cebolla, aguacates, cacao, vainilla, granos, tubérculos, legumbres, vegetales, especias y una gran variedad de hierbas, con un significativo aporte de antioxidantes, fibra y proteínas de origen vegetal. También se incluyen otros ingredientes vegetales y animales locales como el xoconostle, la chirimoya, los nanches, los chapulines, los hongos, las verdolagas y los quelites (Alatorre-Cruz et al, 2023; Valerino-Perea et al, 2019).

Por otra parte, el uso de utensilios especiales proporciona características particulares al alimento que se reflejan en las propiedades sensoriales y podrían impactar en las propiedades nutrimientales. Entre los utensilios utilizados en la cocina tradicional mexicana destacan los siguientes: recipientes de piedra (metate, molcajete y tejolote), almacenadores de barro (canastas o chiquigüites), comales y ollas de barro (*tecocuillo tecómitl*-olla de dos orejas-, *nacapahuaxoni* -olla para cocer carne- *te-contamalli*-vaporera para cocer tamales-, *acómitl*-tinaja para agua, *pichancha*-coladera-), utensilios de madera (*aneloloni*-batidora para el cacao de madera), contenedores de líquidos y semillas (*tzohacalli tlayoaloni*-jícara para atole-, *guaje*, *bule* o *tecomate* -empleados como cuchara, contenedor de agua y semillas) (Rodríguez, L., 2019; Sánchez et al., 2024). En relación a los materiales con que están fabricados estos utensilios, la madera puede conferir el sabor ahumado y las ollas de barro potencian las cualidades sensoriales de los alimentos, como el color, la sensación que provoca y el resabio que dejan tras su contacto con la boca (Heimann, 2024; Xing et al., 2018).

Un aspecto importante característico de la gastronomía mexicana es la conservación de métodos de cultivo para la obtención de estos elementos básicos como la milpa (cultivo por rotación

del maíz y otras plantas, con roza y quema del terreno) y la chinampa (islote artificial de cultivo en zonas lacustres), lo que resalta el uso de técnicas de cultivo congruentes con el desarrollo sostenible (Collin, 2021; Hernández, 2024).

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018), México es un país megadiverso que, junto con otros once en el mundo, poseen casi el 70 % de la diversidad de especies animales y vegetales en el mundo. La conservación de este patrimonio biocultural y su manejo sustentable es posible gracias a las actividades de diversos pueblos indígenas originarios quienes mantienen sus aportaciones en el ámbito alimentario, hidrológico, tecnológico, entre otras áreas. Por ello, se considera que la cocina tradicional mexicana es un modelo cultural incluyente, pues incorpora actividades agrarias, rituales, conocimientos prácticos ancestrales, técnicas culinarias, así como costumbres y modos de comportamiento comunitarios (Almaguer et al., 2020; Martínez & Lozano, 2023).

Técnicas de cocción prehispánica

Actualmente, existe una gran diversidad de tecnologías en el área de los alimentos con las que se desarrollan nuevos y variados productos. Sin embargo, pese a que estos alimentos son una alternativa que cubre las demandas de la población sometida a un ritmo de actividades altamente demandante, también ha presentado un serio impacto en la salud de las poblaciones dada su deficiente calidad nutrimental (Alatorre-Cruz et. al, 2023; Martínez & Lozano, 2023). El consumo de alimentos industrializados ha disminuido significativamente la preparación de aquellos elaborados con las técnicas tradicionales de cocción pese a la importancia cultural que tienen. Sin embargo, diferentes regiones del país emplean aún estas técnicas sobre todo como parte del legado cultural prehispánico de la región, lo que destaca la relevancia de la gastronomía mexicana y su atractivo turístico. En la Tabla 1 se muestra un listado de alimentos tradicionales elaborados a partir de métodos de cocción prehispánicos, que actualmente son preparados y consumidos en diferentes regiones, incluso de los que han derivado productos con denominación de origen y que son de relevancia para la economía de algunos países.

Considerando la siguiente definición de tecnología de alimentos: “*la aplicación tecnológica empleada para la creación, modificación, conservación, procesamiento, envasado y distribución de los alimentos que incide en su consumo seguro, nutritivo y saludable*” (Potter & Hotchkiss, 1995), podríamos sugerir, de forma similar a Larqué-Saavedra (2016), que los procesos de cocción de alimentos empleados por las culturas antiguas de México pueden ser considerados tecnologías prehispánicas, cuya aportación es de suma valía para conservar el valor nutrimental, funcional y sensorial de los platillos. Entre las técnicas empleadas en la elaboración de una amplia variedad de platillos tradicionales, destacan el tatemado, la cocción en hojas y la cocción en pib (Marchena-Espiga & Armenta-Barrios, 2023; Yungán, 2024; Campos, 2021).

Datos obtenidos por el Instituto Mexicano del Seguro Social (2018) evidencian que los ingredientes y recetas locales preparadas en México con estos tres métodos de cocción, pueden, aportar importantes beneficios en relación con el mantenimiento de la actividad agrícola sustentable, lo que se destaca en la dieta de la milpa cuyos alimentos base se cultivan en un mismo espacio (sistema agrícola de la milpa).

De acuerdo a la información antes citada, la dieta mexicana tradicional parece ser congruente con el Plato del Bien Comer y rescata las tradiciones culinarias al destacar el empleo de técnicas de cocción como: a) El tatemado de alimentos como el chile, maíz, frijol, cebolla, ajo, tomate y pencas de maguey; b) La cocción en hojas de diferentes variedades como las pencas de maguey (*Agave spp.*, principalmente *Agave salmiana* y *Agave americana*), la hoja de maíz (*Zea mays*), la hoja de plátano (*Musa spp.*), la hoja santa (*Piper auritum*), el tampicón (*Schoenoplectus acutus* o *Schoenoplectus californicus*); c) El pib para la cocción de alimentos preparados con carne de diferentes especies animales (Almaguer, et al. 2020). Adicionalmente, considerando que las propiedades de los alimentos se modifican de acuerdo con el tipo de preparación y la temperatura de cocción aplicada en el proceso (Lara, 2018), en esta revisión se exploran las propiedades nutrimientales, funcionales y sensoriales de algunos alimentos tradicionales de la gastronomía mexicana elaborados con métodos de cocción de origen prehispánico como el tatemado, el pib y la cocción en hoja, a fin de determinar el grado de evidencia científica que hay alrededor del beneficio nutricional que soporta la recomendación de estas preparaciones como estrategia de alimentación saludable en la población. También se pretende identificar vacíos de conocimiento y sentar las bases de nuevas líneas de investigación (Tricco et al., 2018), necesarias para proponer nuevas alternativas de alimentación más saludable, atractivas y preferentemente sustentables, al mismo tiempo que se promueve el rescate del conocimiento empírico ancestral y la riqueza de nuestra cultura.

Tabla 1

Alimentos tradicionales elaborados a partir de métodos de cocción prehispánicos.

Región donde se practica		Alimentos preparados con esta técnica	Referencias
Tatemado	México y Ecuador	Salsas, moles, caldillos, tequila, mezcal, bocarana, café, cacao y ma-zorca tatemada	Cortes (2020) López (2022) Michaca-Rodríguez et al. (2017) Guanuche (2018)
Cocción en hoja	Ecuador y México (Veracruz, Oaxaca, Baja California, Sinaloa, Durango, Coahuila, Aguascalientes, San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, Jalisco, Chiapas, Guerrero, Michoacán)	Tamales, hallacas, güemes, barbones (de camarón), queso panela, zacahuil, mucbipollo, cornudas y uchepos	Castro (2022) Pilcher (2017) Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2020)
Pib	México (Yucatán y Quintana Roo)	Píbinal (elote horneado), Píbilwaaj (tamal de masa de maíz), mucbipollo, cochinita pibil, barbacoa	Cortes (2020) Báez et al. (2019) Castillo (2022) Dzib-Hau et al. (2019) Guanuche (2018) Vázquez (2023)

1. Materiales y métodos

1.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica empleando los repositorios: PubMed, Web of Science, Scielo y Redalyc para recopilar artículos originales y de revisión que cumplieran con los criterios de selección. Esta información se complementó con la búsqueda de trabajos de tesis, así como reportes de corte académico relacionados con el tema, que se identificaron con el uso de Google Scholar. En cada uno de los repositorios se emplearon las palabras clave: tatemado, pib, cocción en hojas, propiedades nutrimientales, funcionales y sensoriales, cocina prehispánica, cocina tradicional mexicana, y sus equivalentes en inglés cooking in leaves, organoleptic and nutritional characteristics, prehispanic cuisine, traditional cooking methods, mexican cooking methods, nutritional, sensory and functional properties. Estas palabras clave se combinaron con operadores booleanos como “*and*”, “*not*” y “*or*”. Adicionalmente, se usaron los programas de inteligencia artificial, Elicit y Perplexity para ampliar la búsqueda de información relevante; ambos permiten ingresar términos de búsqueda para obtener información sobre un tema en particular, así como referencias especializadas.

1.2. Criterios de selección de artículos

Los criterios de selección fueron los siguientes: periodo de publicación del 2004 al 2024, documentos escritos en idioma inglés o español, que abordaran específicamente los métodos de cocción a analizar: tatemado, el pib y la cocción en hojas, así como trabajos originales o de revisión.

2. Resultados

2.1. Selección y características de la información

Se seleccionaron un total de 472 documentos tras las búsquedas iniciales, a los cuales se les aplicaron los criterios de selección en tres etapas. Se descartaron 408 que trataban otros métodos de cocción y 41 más por no ser manuscritos originales o de revisión sobre el tema. Finalmente, se revisaron un total de $n=23$ documentos pertinentes para los objetivos de la investigación.

2.2. Aportaciones nutrimentales, funcionales y sensoriales del Tatemado

De acuerdo con Marchena-Espiga & Armenta-Barrios (2023), el término tatemar proviene del náhuatl *tlatemati*, que significa “poner al fuego” (*tlā*: cosa, *tletl*: fuego, *mati*: poner). Este método de cocción consiste en colocar sobre el fuego directo, o sobre un comal, un ingrediente para carbonizar ligeramente la superficie hasta que se forme una costra negra, que en algunos platillos se retira (López, 2022; Cortés, 2018). Las temperaturas de asado, podrán considerarse similares al tatemado en comal, ya que se basan en el principio de transmisión de calor por conducción empleando planchas o superficies que alcanzan temperaturas entre los 180 y 250 °C. Aunque no existe reporte de la temperatura que alcanza la superficie o el interior del alimento con este proceso de cocción, el estudio de Achon et al (2018) resalta que la conservación de nutrimentos es favorable debido a la alta temperatura que favorece la coagulación de proteínas, creando una costra crujiente que permite retener el jugo de los alimentos en su interior, y por ende los nutrimentos hidrosolubles. Además, si se emplean las planchas o superficies bien calientes antes de añadir el alimento, se evita la lixiviación y pérdidas de nutrimentos y agua.

En un principio el tatemado se utilizó para reducir la textura fibrosa de la carne, de forma similar a otros métodos de cocción, en donde se favorece la desnaturalización de proteínas y por ende el aumento de su digestibilidad y absorción de los aminoácidos que las constituyen (Michaca-Rodríguez et al., 2017). Actualmente, el tatemado se sigue empleando ampliamente en todo el territorio mexicano (Salazar et al., 2015; Guanuche, 2018; Marchena-Espiga & Armenta-Barrios, 2023; López, 2022). De acuerdo con Cortes (2020), en este método se suelen asar ingredientes vegetales (chile, tomate, jitomate, ajo, pimientos, entre otros), sobre todo ingredientes que son base de las salsas, en las cuales los vegetales o frutos tatemados se combinan con otros sabores fuertes como especias para que la amargura de la costra que se genera no afecte el sabor del alimento.

Con respecto a la presencia de compuestos que brindan algunas propiedades funcionales a los chiles tatemados empleados en salsas, se sabe que este tipo de cocción modifica el contenido de algunos compuestos fitoquímicos. Por ejemplo, en el estudio de Hwang et al. (2012) se demostró que el tatemado (asado) conserva el contenido total de carotenoides, polifenoles y el ácido ascórbico, así como la actividad antioxidante. En relación con las propiedades sensoriales, se presenta un cambio notorio en la pigmentación de los chiles tatemados. En el caso de los tomates tatemados, también empleados en la elaboración de salsas, se ha descrito un aumento de los sólidos solubles y, contrario a lo descrito en los chiles, se observa mayor retención de ácido ascórbico y buena conservación de carotenos, fenoles y flavonoides. Por esto, se describe como el mejor método para aumentar el contenido de compuestos antioxidantes, en comparación con el salteado o el hervido (Gutiérrez et al., 2019).

Se ha reportado que el tatemado de diferentes chiles como el poblano, la chilaca, el chile caribe, el jalapeño, el serrano, el habanero y el manzano (a temperaturas de 210 °C, en condiciones domésticas), aumenta la disponibilidad de capsaicinoides y compuestos fenólicos totales comparado con la cocción en agua a ebullición o crudos. De esta forma, el tatemado brinda además de características sensoriales, biofuncionales (Ornelas-Paz et al., 2010). En relación con la capsaicina (trans-8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), se han descrito diversos beneficios y aplicaciones, como su empleo para mejorar el aroma de algunos alimentos, hasta su acción terapéutica en algunos tipos de cáncer como inductor de apoptosis,

tratamiento del dolor y retraso del deterioro cognitivo (Wang et al., 2022; Brown et al. 2024). A lo anterior, se suma la incorporación de diversas especias con actividad antioxidante empleadas en la elaboración de las salsas y el mole, como el ajo, el jengibre, la cebolla, la menta, el clavo, la canela y la pimienta, las cuales inhiben la oxidación de ácidos grasos en presencia de la enzima lipoxigenasa (Carlsen et al. 2010). Por otra parte, las mezclas de ingredientes como el ajo y el jengibre han mostrado proporcionar actividad antioxidante sinérgica. Es importante resaltar que la actividad antioxidante perdura posterior al tratamiento térmico en el caso del tomate (calentamiento por 10 minutos sobre la superficie de un sartén de acero inoxidable puesto a fuego directo, hasta que los frutos presentaron grietas en la superficie y empiezan a exudar agua) (Gutiérrez et al., 2019). Un platillo de alta tradición cuya preparación se basa en el tatemado de diferentes ingredientes clave, es el mole en sus diversas variedades verde, ranchero, almendrado, casero y pipián. La complejidad de su composición y preparación influyen directamente en sus propiedades antioxidantes, lo que le brinda un valor biofuncional especial (Campos-Montiel et al., 2022). Además, el elevado aporte de fibra y bajo contenido de almidón representan también una ventaja nutrimental.

Otro importante uso del tatemado se asocia con la elaboración de bebidas con denominación de origen mexicano, como el tequila, el mezcal, la bacanora y el sotol (Rodríguez, 2019). En México, uno de los sectores económicos más importantes es el de bebidas elaboradas a partir de productos endémicos de la región, como el agave (Salazar et al., 2015). Existen más de 300 especies de agave (Rodríguez, 2019), de las cuales pueden obtenerse distintas bebidas cuyo proceso de elaboración difiere entre sí. Se conocen aquellas elaboradas a partir de la extracción de azúcares derivados del raspado del tallo (aguamiel y pulque), así como las elaboradas de la cocción de cabezas, tallos, hojas y su posterior destilación, como en el caso del tequila y el mezcal (Salazar et al., 2015). En realidad, todas estas bebidas tienen un origen común, producto del encuentro entre las culturas americana y europea. Como complemento de las fermentaciones que ya se realizaban en México, el método de destilación, introducido en el Nuevo Mundo por los españoles durante la época colonial, permitió el desarrollo de las bebidas que conocemos en la actualidad (Salazar et al., 2015). En este proceso, el cocimiento de las cabezas de agave de forma tradicional se hace en hornos cónicos de piedra, aunque los procesos más sofisticados emplean ahora la cocción por vapor y autoclave, en el caso del mezcal (Salazar et al., 2015).

El proceso de tatema o tatemado es aplicado también en la elaboración de bacanora, bebida espirituosa originaria de distintas regiones de Sonora. En ambos casos, la cocción permite la hidrólisis de polisacáridos para originar una mezcla de azúcares fermentables. El procedimiento se efectúa en un horno conformado por una fosa en tierra de aproximadamente 1.5 m de diámetro y 2 m de profundidad. Al interior se enciende una hoguera con leña y al punto de las brasas se coloca una capa de piedras, que alcanza 150 - 200 °C. La tatema de las cabezas de agave se lleva a cabo durante 48 horas, hasta obtener un color café oscuro de sabor dulce y con un olor ahumado que se transfiere como característica sensorial al producto final (Salazar et al., 2015).

Otros alimentos que son sometidos al tatemado son las carnes, pescados, semillas como las de calabaza, el cacahuate, el ajonjolí y diversidad de especias. El tatemado es capaz de potenciar los sabores, logrando equilibrios sensoriales de la matriz del alimento, además permite extraer aceites esenciales de los ingredientes que potencian el sabor. El sabor se puede describir como ahumado o carbonizado, en algunos casos cenizo y con un cierto amargor. Este método se usa principalmente

como parte del tratamiento térmico de los ingredientes base para la elaboración de salsas y moles, empleados en la preparación de diferentes tipos de platillos y carnes adobadas, cuyo ingrediente principal es el chile (*Capsicum annuum*).

2.3. Aportaciones nutrimentales, funcionales y sensoriales de la cocción en hojas

La cocción en hojas es un método de cocción de origen prehispánico y se usa para preparar ingredientes y platillos principales. El método consiste en envolver los alimentos en hojas de diversa variedad, comúnmente hojas de plátano, maíz, maguey, y hoja santa (Bonilla & Zhumi, 2022). Algunos de los platos más representativos elaborados con la cocción en hojas son la barbacoa de hoyo, el *xoco* y los tamales. Además, puede utilizarse en una gran variedad de recetas que van de lo salado a lo dulce, en pescados, carnes blandas, frutas y verduras (Castro & Carrillo, 2015; Angeles, 2013). Antiguamente, envolver los alimentos en hojas se utilizaba como un método de conservación, dado que estas son capaces de mantener el sabor de algunos ingredientes, evitan que el calor de la cocción se disperse y que se pierda la humedad, que mantiene notas características de sabor (Castro & Carrillo, 2015; Angeles, 2013).

La mezcla compleja de sabores y aromas del alimento dependen del tipo de hoja empleada en la cocción. Con este método se prioriza la cocción de alimentos que requieren ser expuestos en menor tiempo al calentamiento, protegiéndolos de la sobrecocción o el quemado (Bonilla & Zhumi, 2022). Algunos estudios comparativos con métodos de cocción similares brindan información que sugiere que la cocción en hojas mantiene mejor las propiedades nutrimentales de los alimentos, gracias a la aplicación de una baja temperatura empleada y a que evita la pérdida de humedad y nutrientes hidrosolubles (Vilaplana, 2011; Lara, 2018). El estudio de Castro y Carillo (2015) en donde se comparan diferentes métodos de cocción (cocción al vapor, en papel aluminio, en horno de gas, en microondas y sofrito) vs. la cocción en hojas de plátano para la preparación de pescados como el marlín y merluza, destaca la conservación de una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en el marlín y de monoinsaturados en la merluza. También se afirma que con la cocción en hoja (vs. cocción en papel aluminio) se observa significativamente un mayor contenido de ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA) en el marlín, lo que sugiere un valor nutrimental agregado a estos platillos. La cocción en hojas también presenta beneficios sensoriales en otras recetas. Por ejemplo, en el *xoco* las hojas de la especie *Oreopanax* contienen compuestos volátiles y canales de resina que proporcionan sabor y aroma a este tipo de tamal (Guerrero-Analco et al., 2023).

Adicionalmente, de acuerdo con Ángeles et al. (2013), el tipo de calentamiento del alimento cocido en hoja puede modificar las propiedades mecánicas de las hojas empleadas, pero no sus propiedades nutricionales. Esto depende de la composición de biomoléculas de la pared celular. En particular, las hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) son muy resistentes para su uso en la cocción de alimentos, ya que poseen mayor contenido de celulosa y menor cantidad de lignina, lo que les brinda mayor rigidez y resistencia. Además, si la cocción en hoja se realiza en seco (asado), las hojas presentan un menor daño mecánico que cuando se utilizan para la cocción al vapor. Por esta razón, generalmente se eligen las hojas más resistentes para proteger el alimento del contacto directo con el fuego.

En cuanto a las propiedades funcionales, algunas hojas empleadas tradicionalmente en la cocina mexicana han sido objeto de estudio por sus propiedades funcionales. En el caso de la hoja santa, (*Piper auritum*), se ha descrito la presencia de derivados del ácido benzoico, fenilpropanoides y triterpenoides. Además, sus aceites esenciales destacan por su alto contenido de safrol, que le confiere propiedades antioxidantes, antimicrobianas e insecticidas (Salleh, 2020; Luján-Hidalgo et al., 2017). Por su parte, los extractos hexánicos de la planta han mostrado actividad hipoglucemiante (Luján-Hidalgo et al., 2017). Por otro lado, los estudios sobre la hoja de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), una planta de la familia Euphorbiaceae, también han demostrado posibles propiedades funcionales debido a su contenido de alcaloides, flavonoides, saponinas y terpenoides. Incluso, se han descrito efectos terapéuticos potenciales por sus propiedades hipoglucemiante (Panghal et al., 2021; Otunomo, 2020), antioxidante y anticancerígena (Otunomo, 2020; Bautista-Robles et al., 2020). Sin embargo, no se encontraron estudios que determinen la presencia de estos compuestos ni su actividad en alimentos elaborados mediante métodos de cocción aplicados a este tipo particular de hojas.

Finalmente, la cocción en hojas es un método de cocción útil para la creación de recetas de comida fusión, como lo muestra el estudio de Guanuche (2018) donde se prepararon diferentes platillos con productos y técnicas de la cocina mexicana y ecuatoriana.

2.4. Aportaciones nutrimientales, funcionales y sensoriales del Pib

El pib es una de las técnicas de cocción más antiguas de México, empleada además de la cocción, para conservar la carne (Campos, 2021). Inicialmente se empleaba en la preparación de carnes de venado, faisán y jabalí (Jiménez, 2010). Este método es también conocido como cocción en hornos bajo tierra (Rodríguez-Yc, 2013), se practicaba en todo el territorio mesoamericano antes de la conquista y actualmente se utiliza en las regiones de Hidalgo, Querétaro, Estado de México y Tlaxcala, en el sureste en regiones de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. El término “pib” proviene del maya “pib” (enterrar), término que esta cultura le dio a los hornos hechos bajo tierra o fosas en los que se preparaban los alimentos (Rodríguez-Yc, 2013). Se considera que el pib es de origen maya, aunque los hornos bajo tierra fueron empleados por otras culturas en la época prehispánica (Báez et al., 2019; Representación Agricultura Yucatán, 2019).

En el pib, el horno se excava aproximadamente a 60 cm de profundidad, se aplana las paredes con barro y en el fondo se colocan piedras al rojo vivo, calentadas con leña. Las carnes para cocción se colocan envueltas en hojas de plátano bien cerradas y posteriormente el horno se tapa, para que el cocimiento se realice al vapor (Báez et al., 2019). El uso de piedras calientes para la cocción ha sido documentado en diferentes partes del mundo, tanto etnográfica como arqueológicamente. Se describen como piedras de cocina o “rocas agrietadas por el fuego”, las cuales eran empleadas en hornos de tierra que alcanzaban temperaturas superiores a 500°C, especialmente útiles por su capacidad para retener calor y ahorrar combustible (Simms et al., 2013).

Báez et al. (2019) describen una variedad de procedimientos, características y materiales que actualmente se emplean en 12 municipios de Yucatán, entre los que destacan el uso de tierra roja que aporta un aroma ahumado con notas a madera, así como una tonalidad ahumada al alimento, dando como resultado

características sensoriales muy particulares en los platillos. Además, el empleo de hojas que separan la tierra de la comida impide la pérdida de humedad y los nutrientes asociados, así como la conservación de los aromas especiales del alimento a diferencia de lo que ocurre con otros métodos de cocción como el horneado (Achón et al., 2018; Nieto, 2014). La cocción en pib con el empleo de hojas favorece la preparación higiénica del alimento, pues evita el contacto directo con la tierra, además de que permite una mejor conservación y distribución del calor para brindar homogeneidad a la cocción (Báez et al., 2019).

Los alimentos más representativos que se preparan con el pib son la barbacoa y la cochinita pibil (Cortes, 2020), aunque también permite preparar otros alimentos como gorditas, diversas variedades de carne de pollo, conejo, guajolote, venado e iguana (Dzib-Hau et al., 2019; Guanuche, 2019). Destacan como platillos tradicionales yucatecos la cochinita, el pollo en pibil, el relleno negro y Chok'o' (Dzib-Hau et al., 2019). Respecto a la cochinita pibil, algunos estudios afirman que la cocción en pib potencia su sabor y aroma, además le confiere propiedades nutrimentales, sin embargo, no describen con amplitud este aspecto (Carrillo et al., 2018).

El valor cultural de este método de cocción radica en que forma parte de la identidad cultural de las comunidades de Yucatán, en donde el término hace especial referencia a la cocción en pib con hojas de plátano (Balderas, 2022; Ayora, 2014; Dzib-Hau et al, 2019). Además, se utiliza en ceremonias tradicionales y actualmente es un atractivo para el turismo gastronómico (Balderas, 2022; Ayora, 2014). En el pib se ejemplifica la forma de configurar una identidad regional, como “el auténtico yucateco” que cocina platillos típicos con los métodos de cocción tradicionales. Si se hace de otra forma, el platillo pierde su “yucatinidad”, en especial relacionada con el sabor, el aroma y la textura del alimento tradicional (Ayora, 2014). Para los grupos mayas Macehuales de Huay Max, Quintana Roo, el Pib es un método de cocción únicamente utilizado en rituales y ceremonias, que además permite analizar la distribución de tareas de acuerdo con los roles de género que imperan en la comunidad (Dzib-Hau et al, 2019).

Respecto a este método de cocción, no existe suficiente información científica que respalde la conservación de los valores nutricionales de los alimentos. En cuanto a las propiedades funcionales, tampoco se encontró información directamente relacionada. Sin embargo, es importante destacar que, de manera similar a la cocción en hojas, se han descrito propiedades funcionales en las hojas tradicionalmente utilizadas para el pib, como las hojas de *Musa paradisiaca*. Éstas poseen propiedades nutrimentales y farmacológicas destacadas, ya que son ricas en vitaminas A, C, E, y fitoquímicos como alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, glicósidos esteroideos, fitoesteroles, fenoles, terpenos y otros metabolitos secundarios (Al-Sanfi et al., 2023).

Estos compuestos contribuyen a sus aplicaciones terapéuticas gracias a sus efectos hipoglicemiantes, antihelmínticos y antihipertensivos (Rao et al., 2014). De manera similar, las hojas de *Agave americana L.* también contienen fitoquímicos con propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Álvarez-Chávez et al., 2021).

Adicionalmente, es importante resaltar que los diferentes métodos de cocción no necesariamente se aplican de forma separada en el escenario culinario mexicano, pues a menudo las recetas implican combinar dos o más de estas técnicas. Uno de los platillos tradicionales que se elaboran en base al pib, pero que combina la aplicación de las tres técnicas de cocción, es la cochinita pibil. Aunque la carne tradicio-

nalmente se cocina en un horno creado a partir de un hoyo en la tierra (pib), ésta es envuelta en hojas de plátano (cocción en hojas), que además son previamente tatemadas a las brasas (Campos, 2021; Ayora, 2014). De forma similar, la barbacoa también es un ejemplo en el que se aplican estos tres métodos de cocción de forma muy similar, pero empleando pencas de maguey tatemadas.

3. Discusión

La alimentación es un fenómeno altamente complejo, que involucra factores socioculturales (Navarro et al., 2012). Si bien la alimentación responde a una demanda fisiológica, la forma en que cocinamos los alimentos y los degustamos es fuertemente influenciada por la cultura. En el caso de los mexicanos la fusión de las culturas hispana y mesoamericana influyen en la alimentación (Rodríguez-Yc, 2013), por ello resulta importante analizar las implicaciones de factores culturales como parte de una de las grandes preocupaciones actuales del mundo, que es lograr una dieta balanceada, completa, variada, atractiva y suficiente para el mantenimiento integral de la salud. De aquí que se vuelva significativo considerar algunos métodos de cocción que históricamente han sido empleados en las comunidades y que datan de períodos en donde las enfermedades crónicas no eran las más prevalentes en la sociedad. De esta forma, retomar selectivamente algunos de los patrones antiguos de alimentación puede ser una oportunidad para mantener una mejor alimentación y estado de salud en la actualidad. Los métodos de cocción de la gastronomía tradicional mexicana tienen un origen prehispánico, y son evidencia de la forma en que las culturas de ese tiempo se relacionaban con la tierra y sus recursos (Cortes, 2020; Campos, 2021). En este sentido, el rescate de la cocina tradicional mexicana representa no solo una oportunidad para llevar mejoras a la salud de las poblaciones, sino para conservar la biodiversidad y alimentación sustentable de nuestro país (Birkeland et al., 2018).

Pese a que es claro el aporte cultural y los beneficios organolépticos que se le confieren al alimento aplicando estos diferentes métodos de cocción prehispánicos, es importante destacar que existen pocas investigaciones en relación al beneficio nutrimental que pueden tener los alimentos preparados con estos métodos. Los estudios analizados en este trabajo, sugieren la conservación de algunos macronutrientos y micronutrientos, en particular algunos de carácter hidrosoluble que podrían conservarse en los jugos del alimento o bien de vitaminas y compuestos bioactivos como los carotenoides y polifenoles. Estos últimos tienen una relevancia especial al aumentar el contenido de compuestos bioactivos con carácter antioxidante, en el caso de los vegetales y especias tatemadas, lo cual puede ser una ventaja nutrimental derivada de las diferencias en la intensidad del calor, ya que en el tatemado se mantienen temperaturas no mayores a 100°C (Vilaplana, 2011; Lara, 2018; Achón et al., 2018; Nieto, 2014). Lo anterior, sugiere un efecto protector sobre la salud, dada la amplia evidencia sobre el efecto de los antioxidantes en enfermedades crónico-degenerativas como la obesidad, hipertensión, dislipidemias, cáncer, que tienen como etiología común el aumento del estrés oxidativo (Masenga et al., 2022). De igual manera, el aumento en la disponibilidad de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados en pescado generados con la cocción en hoja, podría representar una forma útil de incrementar el consumo de estos nutrientes que tienen un impacto significativo en la salud cardiovascular y la respuesta inmunológica (Castro & Carillo, 2015).

Adicionalmente, es importante considerar que México vive una crisis no solo sanitaria en lo que se refiere a problemáticas de nutrición, sino social y ambiental (Instituto Nacional de Salud pública, 2023). Carecemos de un sistema alimentario suficiente para asegurar la asequibilidad de alimentos saludables bajo un sistema sustentable, que permita combatir la pobreza económica en el medio rural, al tiempo que se revalorice la cultura agrícola y culinaria del país.

En un análisis más profundo, la pobreza en el campo no solo ha exacerbado los problemas sociales, sino que ha favorecido el cambio en la dieta mexicana a una alimentación basada mayoritariamente en alimentos ultraprocesados, siendo este factor una de las principales causas de obesidad y enfermedad metabólica que actualmente determinan las primeras causas de muerte en la población (Araújo et al., 2023; Ojeda et al., 2020). Lo anterior, resalta la necesidad de generar líneas de investigación que apoyen la recuperación de la cultura agrícola, el uso y producción sustentable de alimentos y el uso de técnicas de cocción ancestrales que promuevan en conjunto una alimentación más saludable.

4. Conclusiones

Las técnicas de cocción tradicional del tatemado, el pib y la cocción en hojas tienen valiosas aportaciones en los alimentos a nivel cultural, sensorial y nutrimental. Estas técnicas permiten aprovechar los recursos e ingredientes del entorno, y su importancia se debe a que forman parte de la identidad cultural de diversos sectores de la población mexicana y son un atractivo gastronómico. A nivel sensorial, los alimentos presentan mayor suavidad y jugosidad, brindando una combinación de sabores y aromas característicos, que los hacen incluso recurso inmaterial de reconocimiento mundial. Si bien, se carece hasta el momento de estudios profundos que soporten con mayor claridad el beneficio nutrimental de estas técnicas de cocción, la información disponible sugiere ventajas en relación con la conservación de algunos nutrimentos, aumento de la digestibilidad y absorción de proteínas, mayor contenido de fibra, así como la conservación de compuestos antioxidantes y antiinflamatorios. Es importante ampliar las investigaciones que brinden nuevas alternativas de alimentación saludable, al tiempo que se rescata el conocimiento empírico ancestral y la riqueza de nuestra cultura.

Fuentes de financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiación alguna.

Agradecimientos

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación, a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle y a la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de México, por su apoyo en la realización de la investigación.

Declaratoria de conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Declaratoria de disponibilidad de datos

Los datos e información utilizados en los resultados están disponibles para su consulta pública en repositorio cerrados de internet.

Referencias

- Achón, T.M., González, G.M.P., Varela, M.G. (2018). Criterios de armonía funcional entre gastronomía y salud: Una visión desde la comunidad científica. *Nutrición Hospitalaria*, 35(spe4), 75-84. <https://doi.org/10.20960/nh.2131>
- Alatorre-Cruz, J.M., Carreño, L.R., Alatorre-Cruz, G.C., Paredes, E.L.J., Santiago, S.Y.O., Nieva, V.A. (2023). Traditional mexican food: phenolic content and public health relationship. *Foods*, 12, 1233.
- Almaguer, J., García, H., Vargas, V., Padilla, M. (2020). *Fortalecimiento de la Salud con Comida, Ejercicio y Buen Humor: La Dieta de la Milpa. Modelo de Alimentación Mesoamericana Saludable y Culturalmente Pertinente*. Secretaría de Salud. Recuperado de: <https://acortar.link/kxomxp>
- Al-Snafi, A., Talab, T., Jafari Sales, A. (2023). Nutritional and therapeutic values of Musa paradisiaca - A review. *Nativa*, 11(3), 396–407.
- Álvarez-Chávez, J., Villamiel, M., Santos-Zea, L., Ramírez-Jiménez, A.K. (2021). Agave by-products: An overview of their nutraceutical value, current applications, and processing methods. *Polysaccharides*, 2(3), 720–743. <https://doi.org/10.3390/polysaccharides2030044>
- Angeles, G., Lascurain, M., Dávalos-Sotelo, R., Zarate-Morales, R.P., Ortega-Escalona, F. (2013). Anatomical and physical changes in leaves during the production of tamales. *American Journal of Botany*, 100(8), 1509–1521. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200578>
- Araújo, R.G., Chavez-Santoscoy, R.A., Parra-Saldívar, R., Melchor-Martínez, E.M., Iqbal, H.M.N. (2023). Agro-food systems and environment: Sustaining the unsustainable. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100413>
- Avila-Nava, A., Noriega, L.G., Tovar, A.R., Granados, O., Perez-Cruz, C., Pedraza-Chaverri, J., y Torres, N. (2017). Food combination based on a pre-Hispanic Mexican diet decreases metabolic and cognitive abnormalities and gut microbiota dysbiosis caused by a sucrose-enriched high-fat diet in rats. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(1), 1501023. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201501023>

- Ayora, S. (2014). El performance de lo yucateco: cocina, tecnología y gusto. *Alteridades*, 24 (48), 59-69. Recuperado de: <https://acortar.link/Vybjop>
- Báez, W., Reyes-May, O.M., Rodríguez-Cih, J.C. (2019). Variación en la técnica de elaboración del piib en distintas poblaciones de Yucatán. En M. Kantún, M. Robleda, M. Moo (Eds.), *Progressio: perspectivas científicas del poniente de Yucatán* (pp. 43-53). Editorial Pearson. Recuperado de <https://acortar.link/vS5yQa>
- Balderas D.D.L., Daza, R.Y., Vázquez P.L. de G. (2022). Get to know the gastronomy of Quintana Roo from the Smoke Kitchen model. *Journal of Ecology Research & Review*, 2(4), 482-489. Recuperado de: <https://acortar.link/eJO98J>
- Bautista-Robles, V., Guerrero-Reyes, G., Sánchez-Torres, G. I., Parada-Luna, F. J., Barrios-Gutiérrez, J. J., Vázquez-Cerero, D., Martínez-Sala, G., Siliceo-Murrieta, J. I., González-Villoria, R. A. M., Keita, H. (2020). *Cnidoscolus aconitifolius: Therapeutic use and phytochemical properties. Literature review*. *Revista de la Facultad de Medicina*, 68(3), 446–452.
- Birkeland, I., Burton, R., Parra, C. Siivonen, K. (Eds.). (2018). *Cultural Sustainability and the Nature–Culture Interface: Livelihoods, Policies, and Methodologies* (1^a Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315625294>
- Bonilla, B., Zhumi, Z. (2022). Aplicación de técnicas de cocción patrimoniales a productos nativos del cantón Tena, provincia de Napo: Caimito (Pouteria caimito) Cachama (Colossoma macropomum) y Yuca amarilla (Manihot esculenta) para el desarrollo de recetas de sal y dulce [tesis de licenciatura]. Universidad de Cuenca. Recuperado de: <https://acortar.link/8YnelM>
- Brown, K.C., Sugrue, A.M., Conley, K.B., Modi, K.J., Light, R.S., Cox, A.J., Bender, C.R., Miles, S.L., Denning, K.L., Finch, P.T., Hess, J.A., Tirona, M.T., Valentovic, M.A., Dasgupta, P. (2024). Anti-cancer activity of capsaicin and its analogs in gynecological cancers. *Advances in Cancer Research*, 164, 241-281. <https://doi.org/10.1016/bs.acr.2024.05.005>
- Campos, M. (2021). Explorar y comer en la península de Yucatán, siglo XIX. *Península*, 16(1). Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/peni/v16n1/1870-5766-peni-16-01-107.pdf>
- Campos-Montiel, R., Medina-Pérez, G., Vázquez-Nuñez, E., Afanador-Barajas, L., Hernández-Soto, I., Ahmad, N.G., González-Montiel, L., Alkafafy, M. (2022). Nutritional and Nutraceutical Properties of Mexican Traditional Mole Sauce. *Molecules*, 27, 966. <https://doi.org/10.3390/molecules27030966>
- Carlsen, H.M., Halvorsen, B.L., Holte, K., Bøhn, S.K., Dragland, S., Sampson, L., Willey, C., Senoo, H., Umezono, Y., Sanada, C., Barikmo, I., Berhe, N., Willett, W.C., Phillips, K.M., Jacobs, Jr. D.R., Blomhoff, R. (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition Journal*, 9, 3. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-3>
- Carrillo Silvano, J.A., Onofre Sánchez, J.E., Vázquez Paz, L.D.G. (2018). Elaboración de cochinita pibil. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 7(13), 69-71. <https://doi.org/10.29057/icea.v7i13.3520>

- Castillo, M. (2022). Aldea Xbatun, cocina y colectividad maya. Fundación Tortilla de Maíz Mexicana. Recuperado de: <https://acortar.link/78on3h>
- Castro, M., Carillo, S. (2015). Impacto de seis técnicas de cocción sobre la composición de ácidos grasos en marlín (*Makaira nigricans*) y merluza (*Merluccius productus*). *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1289-1299. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.3.9258>.
- Castro Yáñez, K.A. (2022). *Tamales de México, su historia y sabores*. Ciencia UNAM. Recuperado de <https://ciencia.unam.mx/leer/1222/tamales-de-mexico-su-historia-y-sabores>
- Collin, L. (2021). La milpa como alternativa sustentable orientada al buen vivir. *Scripta Ethnologica*, 43, 9-36.
- Cortés, A. (2018). *La construcción sociocultural de los espacios culinarios en la ciudad de puebla. campo culinario y sistema de gustos* [tesis de licenciatura]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Recuperado de: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/f24e59d2-ce4c-40e1-93e6-5fa20e615730/content>
- Cortes, L. (2020). *Catálogo de Métodos y Técnicas culinarias de México*. <https://acortar.link/JH99Jf>
- Ornelas-Paz, De J., Martínez-Burrola, J.M., Ruiz-Cruz, S., Santana-Rodríguez, V., Ibarra-Junquera, V., Olivas, G.I., Pérez-Martínez, J.D. (2010). Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*, 119(4), 1619–1625. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.054>
- Dzib-Hau, R.M., Gracia, M.A., García-Bustamante, R., Estrada-Lugo, E.I.J., Horbath-Corredor, J.E. (2019). Significados de la cocina tradicional para los grupos domésticos Mayas Macehuales en Huay Max, Quintana Roo, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53), 1-26. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.692>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2018). Presentación de resultados. Recuperado de: https://ens-anut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
- Food and Agriculture Organization [FAO] y Organización Mundial de la Salud [OMS] (2020). *Dietas saludables sostenibles - Principios rectores*. <https://acortar.link/JtEcoE>
- Guanuche, L. (2018). *Desarrollo de una propuesta de cocina fusión usando productos agrícolas ecuatorianos y mexicanos en recetas de sal y dulce* [tesis de licenciatura]. Universidad de Cuenca. Recuperado de: <https://acortar.link/oXvSds>
- Guerrero-Analco, J.A., Angeles-Alvarez, G., Lascurain-Rangel, M., Avendaño-Reyes, S., Kiel-Martínez, A.L., Bonilla-Landa, I., Linares, E., Bye, R., Guillén, L. (2023). Anatomical and chemical characterization of leaves from *Oreopanax* spp. (Araliaceae), the Mexican xoco tamale food complex. *Botanical Sciences*, 102(1), 83-101. <https://doi.org/10.17129/botsci.3333>
- Gutiérrez T.J., Santiago Sáenz, Y.O., Hernández Fuentes, A.D., Pinedo Espinoza, J.M., López Buenabad, G., López Palestina, C.U. (2019). Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Nova Scientia*, 11(22), 53–68. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1685>

- Hwang, I.G., Shin, Y.J., Lee, S., Lee, J., Yoo, S.M. (2012). Effects of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Preventive Nutrition and Food Science*, 17(4), 286-292. <https://doi.org/10.3746/pnf.2012.17.4.286>
- Heimann, R.B. (2024). Ancient and historical cooking pots and food: An eternal communion. A topical review. *Archaeometry*, arcm.12986. <https://doi.org/10.1111/arcm.12986>
- Hernández, P. (2024). Sostenibilidad Socioecológica de las Chinampas de Xochimilco: Integración de Factores Humanos y Naturales Hacia el Equilibrio Ambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(2), 8059–8080. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11242
- Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS] (2018). La Dieta de la Milpa. Ciudad de México, México: IMSS.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [INEGI] (2024). *Estadísticas de defunciones registradas (EDR) 2023, preliminar*. <https://acortar.link/3HhLMB>
- Instituto Nacional de Salud pública (2023). Situación nutricional de la población de México en los últimos 120 años. Recuperado de <https://acortar.link/0lR4gJ>
- Jiménez, V.M. (2010). Cochinita pibil: diversidad y cultura. *Culinaria Revista Virtual Gastronómica*, 6, 5-15. <https://acortar.link/ozqCTK>
- Lara, A. (2018). *Guía De Métodos de Cocción*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL).
- Larqué-Saavedra, A. (2016). Biotecnología prehispánica en Mesoamérica. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(2), 107-115.
- López, M. (2022). Aplicación de técnicas de cocina fusión mexicana ecuatoriana para el desarrollo de dips con base en haba, frijol, quinua, garbanzo, y cuatro variedades de ají: jalapeño, chipotle, panca y mirasol [tesis de licenciatura]. Universidad de Cuenca. Recuperado de: <https://acortar.link/TAqHZU>
- Luján-Hidalgo, M.C., Gomez-Hernandez, D.E., Villalobos-Maldonado, J.J., Abud-Archila, M., Montes-Molina, J.A., Enciso-Saenz, S., Ruiz-Valdiviezo, V.M., Gutiérrez-Miceli, F. (2017). Effects of vermicompost and vermiwash on plant, phenolic content, and antioxidant activity of Mexican pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) cultivated in phosphate rock potting media. *Compost Science & Utilization*, 25(2), 95–101.
- Marchena-Espiga, R., Armenta-Barrios, J. (2023). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salsa tatema da con diferentes especies forestales combustibles. *Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo*. Recuperado de: [http://remcid.utgz.edu.mx/Archivos/SD2023/2\(2\)_5.pdf](http://remcid.utgz.edu.mx/Archivos/SD2023/2(2)_5.pdf)
- Martí, A., Calvo, C., Martínez, A. (2021). Ultra-processed food consumption and obesity -systematic review. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.03151>
- Martínez A., Lozano-Keymolen, D. (2023). Dieta tradicional saludable para México en el contexto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1293>
- Masenga, S.K., Kabwe, L.S., Chakulya, M. Kirabo A. (2023). Mechanisms of Oxidative Stress in Metabolic Syndrome. *International Journal of Molecular Science*, 24, 7898.

- Michaca-Rodríguez, J., De La Torre-Treviño, M., Paz-Mendoza, J., Hernández -Covarrubias, E. (2017). Productos gastronómicos como atractivos turísticos de los pueblos mágicos. In González, K., Morán, L., Negrón, J. (eds.) *Los procesos administrativos aplicados a las actividades productivas y de servicios. Tópicos selectos de Turismo, Gastronomía y Sustentabilidad empresarial*. ECORFAN, pp. 115-133. Recuperado de: https://www.ecorfan.org/actas/A%20T%20II/AT%20II_10.pdf
- Millward DJ. (1999). The nutritional value of plant-based diets in relation to human amino acid and protein requirements. *PNS*, 58(2), 249-260. <https://doi.org/10.1017/S0029665199000348>
- Navarro, V., Serrano, G., Lasa, D., Aduriz, A.L., Ayo, J. (2012). Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 37-45.
- Nieto, C. (2014). Técnicas de cocción: sabor, color, textura y nutrientes a buen recaudo. *Nutrición*, 28(3), 15-19
- Ojeda, S.A., Rangel, Y.C., Mecalco, H.C. (2020). Situación actual de la alimentación e intervención social en México: Una revisión crítica. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 10(2), 218–231. <https://doi.org/10.22201/fesi.20071523e.2019.2.559>
- Otunomo, I. (2020). Review on *Cnidoscolus aconitifolius*: Potential therapeutic plant. *The Pacific Journal of Science and Technology*, Volume 21(2), 279-285.
- Panghal, A., Shaji, A.O., Nain, K., Garg, M.K., Chhikara, N. (2021). *Cnidoscolus aconitifolius: Nutritional, phytochemical composition, and health benefits – A review*. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 4(11), 260-286.
- Pilcher, J.M. (2014). “Old Stock” Tamales and Migrant Tacos: Taste, Authenticity, and the Naturalization of Mexican Food en *Food and Culture*. Routledge. Taylor & Francis, 4^{ta} ed.
- Potter, N.N., Hotchkiss, J.H. (1995). Introduction: Food science as a discipline. En: *Food Science. Food Science Text Series*. Springer. (pp. 1-12). https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4985-7_1
- Presidencia de la República (2015). *La Cocina Mexicana: Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad*. Gobierno de México. Recuperado de: <https://acortar.link/Hs5BOV>
- Representación Agricultura Yucatán (2019). *El mucbipollo y el xec: tradiciones de nuestro Estado en el Día de Muertos*. Gobierno de México. Recuperado de: <https://acortar.link/7OzUGk>
- Rao, U.S., Suryati, M. K., Abdurrazaq, M., Ahmad, B., Mohaslinda, M., Ali, R. M. (2014). Taxonomical, phytochemical and pharmacological reviews of *Musa sapientum* var. *paradisiaca*. *RJPT*, 7, 1356–1361.
- Rivera-Domarco, J., Colchero, M.A., Fuentes, M.L., González de Cosío, M.T., Aguilar, S.C.A., Hernández, L.G., Barquera, S., García, C.C.G., Hernández, F.M. (2018). Recomendaciones para una política de Estado para la prevención y control de la obesidad en México en el periodo 2018-2024. En: Rivera-Domarco JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío MT, Aguilar SCA, Hernández LG, Barquera S. La obesidad en México. Estado de Política Pública y Recomendaciones para su Prevención y Control. Instituto Nacional de Salud Pública, 1a edición. México. pp: 15-30.
- Rodríguez, L. (2019). Comida étnica mexicana: tradición e identidad cultural. Universidad de Santo Tomás. Recuperado de: <https://acortar.link/6Hlm0q>

- Rodríguez-Yc, J.R. (2013). La molienda en Mesoamérica, formas, funciones, usos y manufacatura de los instrumentos. Un estudio etnoarqueológico en México [Tesis Doctoral] Universidad de Barcelona. En: <https://acortar.link/XDEAou>
- Salazar, V., Moreno-Dena, J., Casas-Medina, E. (2015). Innovación para el fomento de la competitividad en el proceso artesanal de producción de bacanora. *Estudios Sociales*, 23(46), pp. 214-240. Recuperado de <https://acortar.link/8IB7DP>
- Salleh, W. (2021). A systematic review of botany, phytochemicals, and pharmacological properties of "Hoja Santa" (*Piper auritum* Kunth). *Z Naturforsch C J Biosci*, 76(3–4), 93–102.
- Sánchez, A., Millán, C., Icaza, G. (2024). Incursión de la gastronomía tradicional mexicana en la esfera pública a partir del reconocimiento de la Unesco. *Sosquua* 6(1), 85–97. <https://doi.org/10.52948/sosquua.v6i1.984>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Tamales, envueltos de tradición y sabor. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/tamales-envueltos-de-tradicion-y-sabor>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). México, biodiversidad que asombra. Gobierno de México. Recuperado de: <https://acortar.link/ED2jfM>
- Simms, S.R., Berna, F., Bey, G.J. (2013). A prehispanic Maya pit oven? Microanalysis of fired clay balls from the Puuc. *Journal of Archiological Science*, 40, 1144-1157.
- Soto-Simental, S., Mateo, J., Caro, I. (2016). Effect of cooking lamb using maguey leaves (*Agave salmiana*) on meat volatile composition. *International Food Research Journal*, 23(3), 1212-1216.
- Tricco, A.C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K.K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M.D.J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E.A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M.G., Garrity, C., Straus, S.E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Troncoso-Pantoja, C. (2019). Comidas tradicionales y alimentación saludable: El ejemplo de la dieta mediterránea. *Horizonte Médico (Lima)*, 19(3), 72-77. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2019.v19n3.10>
- UNESCO. (2010). *La cocina tradicional mexicana: una cultura comunitaria, ancestral y viva – El paradigma de Michoacán*. Recuperado de <https://ich.unesco.org/es/RL/la-cocina-tradicional-mexicana-una-cultura-comunitaria-ancestral-y-viva-y-el-paradigma-de-michoacan-00400>
- Valerino-Perea, S., Lara-Castor, L., Glyns, A.M.E., Papadaki, A. (2019). Definition of the traditional Mexican diet and its role in health: a systematic review. *Nutrients*, 11(11), 2803.
- Vázquez, A. (2023). Pib, el método de cocción ancestral. *El conoedor*. Recuperado de <https://revistaelconoedor.net/index.php/2023/09/06/pib-el-metodo-de-coccion-ancestral/>
- Vilaplana, B.M. (2011). Técnicas culinarias una buena herramienta dietética. *Offarm farmacia y sociedad*, 30(4), 48-52. <https://acortar.link/10HqM4>

Wang, F., Xue, Y., Fu, L., Wang, Y., He, M., Zhao, L., Liao, X. (2022). Extraction, purification, bioactivity and pharmacological effects of capsaicin: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(19), 5322-5348. Doi: 10.1080/10408398.2021.1884840.

Xing, Q., Xing, X., Zhang, Z., Hu, X., Liu, F. (2018). A comparative study of the nutritional values, volatiles compounds, and sensory qualities of pea pastes cooked in iron pot and clay pot. *Journal of Food Processing Preservation*, 42(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13328>

Yungán, E., Zambrano, Z., Villacrés, C., (2024). Efecto de la cocción en la disminución de antinutrientes de hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y camote (*Ipomoea batatas*). *Journal of Scientific Research*, 9(3). <https://doi.org/10.5281/ZENODO.12667612>