



Artículo de investigación

<https://doi.org/10.61767/mjte.004.2.5367>

López-Martínez et al., 2025

Recibido: 12-06-2025

Revisado: 17-07-2025

Aceptado: 13-08-2025

Publicado: 30-08-2025

Descriptorios sensoriales de hongos endémicos *Hypomyces lactifluorum* y *Lactarius indigo* s.l. de Acaxochitlán, Hidalgo, México

Sensory Descriptors of Endemic Fungi *Hypomyces* *lactifluorum* and *Lactarius indigo* s.l. from Acaxochitlan, Hidalgo, Mexico

María de los Ángeles López-Martínez¹, Paul Misael Garza-López¹, Victor León Espitia-López¹ y Josefa Espitia-López^{1*}

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias Hidalgo, Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, México, CP 43600

*Correspondencia: josefa_espitia11153@uaeh.edu.mx

Resumen

Los hongos comestibles silvestres (HCS) son parte fundamental del patrimonio biocultural y genético de México, pues alberga cerca de 200,000 especies, las cuales son valoradas por sus propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales. La presente investigación analizó los descriptorios sensoriales de dos especies endémicas recolectadas en el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo: *Hypomyces lactifluorum* y *Lactarius indigo* s.l. (sensu lato), seleccionadas por ser las especies más ocupadas en la gastronomía local, por sus características sensoriales. Para fines comparativos, se incluyeron dos especies cultivadas comercialmente (*Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus*). Para el estudio se aplicó la metodología Check-all-that-apply (CATA) con 50 jueces no entrenados, quienes analizaron una lista de atributos creada con base en una búsqueda bibliográfica y agrupadas en tres categorías: textura, sabor y aroma. El análisis estadístico se realizó mediante una prueba de Q de Cochran y Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA) por pares mediante el procedimiento de diferencia crítica (Sheskin) para cada categoría, mediante el software XLSTAT® 2024.4 Sensory. En resultados, *H. lactifluorum* destacó por su textura carnosa, sabores a marisco, nuez, acre, almendra, dulce y zanahoria cocida, así como aromas a miel, harina húmeda y floral. *L. indigo* s.l. presentó sabores amargos debido a los alcaloides existentes en esta especie, además de aromas terrosos y metálicos. Los resultados evidencian la complejidad sensorial de estos HCS frente a especies cultivadas, resaltando su valor en la gastronomía local y su relevancia para la conservación de la biodiversidad micológica.



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

Palabras clave: Hongos comestibles silvestres, alimentos funcionales, atributos sensoriales, micogastronomía.

Abstract

Wild edible mushrooms (WEM) are a fundamental part of Mexico's biocultural and genetic heritage, as the country is home to nearly 200,000 species, which are valued for their nutritional, functional, and sensory properties. This research analyzed the sensory descriptors of two endemic species collected in the municipality of Acaxochitlán, Hidalgo: *Hypomyces lactifluorum* and *Lactarius indigo* s.l., selected for being the species most used in local cuisine due to their sensory characteristics. For comparative purposes, two commercially cultivated species (*Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*) were included. For the study, the Check-all-that-apply (CATA) methodology was employed with 50 untrained judges, who analyzed a list of attributes created through a bibliographic search and grouped into three categories: texture, flavor, and aroma. Statistical analysis was performed using Cochran's Q test and Multiple Correspondence Analysis (MCA) by pairs, employing the critical difference procedure (Sheskin) for each category, as implemented in XLSTAT 2024.4 Sensory software. In the results, *H. lactifluorum* stood out for its meaty texture, flavors of seafood, walnut, acrid, almond, sweet, and cooked carrot, as well as aromas of honey, damp flour, and floral. *L. indigo* s.l. presented bitter flavors due to the alkaloids present in this species, in addition to earthy and metallic aromas. The results demonstrate the sensory complexity of these WEM compared to cultivated species, highlighting their value in local cuisine and their relevance for the conservation of mycological biodiversity.

Keywords: Wild edible mushrooms, functional foods, sensory attributes, micogastronomy.

1. Introducción

Los hongos comestibles silvestres (HCS) han formado parte de la dieta de comunidades originarias desde hace 6,000 años, son tan relevantes en la historia de la humanidad que los romanos se referían a ellos como “alimento de los Dioses”. Actualmente se cultivan en más de 100 países y China es responsable del 70% de la producción mundial (Barroetaveña, 2024; Reséndiz, 2023; Yuan, 2022). La importancia de los HCS radica en que tienen múltiples beneficios en sustentabilidad, pues generan relación simbiótica con las raíces de muchas especies vegetales (Merino, 2025), nutricional, ya que tienen altas concentraciones de proteína, fibra, vitaminas D y B, aminoácidos esenciales y compuestos bioactivos, necesarios para cubrir funciones fisiológicas humanas, lo que los convierte en alimentos funcionales (Estrada, 2025; Reséndiz, 2023); por estas propiedades los

HCS son ocupados para el tratamiento de algunas enfermedades, como es el caso de *Lentinula edodes* (Shiitake en China) que se utiliza en el tratamiento para disminuir los síntomas de cáncer gástrico, carcinoma de laringe y adenocarcinoma cervical (Morales, 2024) y por último sus atributos sensoriales variados en aroma, sabor, color, forma y textura que los convierte en un ingrediente atractivo para la gastronomía gourmet y de alto valor comercial, puesto que algunos presentan sabores que incluyen frutales, florales, grasos y tostados (Barroetaveña, 2024; Jiang, 2023; Zhang, 2021).

Hoy en día, debido a nuevos patrones de consumo y la fragilidad de la seguridad alimentaria debido al cambio climático, la sociedad (en especial la urbana) demanda alimentos naturales no sólo de buen sabor e inocuos, sino que además sean nutritivos, con



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

propiedades benéficas para la salud y ambientalmente sustentables (Molina, 2022). Estas tendencias han dado origen al consumo mundial de más de mil variedades de HCS generando una industria multimillonaria que se extiende globalmente, por lo que el cultivo y aprovechamiento sustentable de HCS ofrecen una alternativa ideal para unir sabor, economía y conservación de nuestros bosques (Merino, 2025).

Se estima que a nivel mundial existen de 2.2 a 165.6 millones de especies pertenecientes al reino *Fungi*, de las cuales se han reportado 2,300 como hongos comestibles o medicinales (Reséndiz, 2023). México es uno de los principales centros de diversidad biocultural y genética respecto a hongos comestibles a nivel mundial, se estima que se albergan cerca de 200,000 especies, de estas se ha identificado 450 especies comestibles que se comercializan en mercados locales o ferias micológicas en temporadas de lluvia y sirven como un ingreso adicional a las comunidades más marginadas (Pérez, 2021; Reséndiz, 2023). Sin embargo, a pesar de que la micofagia o el consumo de hongos está muy arraigado en la cultura popular del país, sólo se ha explorado la composición química y actividad biológica de 21 especies (Perete, 2023; Reséndiz, 2023). Los hongos más cultivados son las setas (*Pleurotus spp*) y el champiñón (*Agaricus bisporus*), este último es más consumido en Europa, Norteamérica y México (Merino, 2025); cabe mencionar que estas especies no destacan sensorialmente en comparación con los HCS, esto se ve reflejado en grupos originarios o mestizos de México donde iniciativas de producción a pequeña escala de las especies setas y champiñón fueron rechazados por no tener las características sensoriales que las nativas de la región (Moreno, 2014).

Hidalgo cuenta con 126 especies de HCS, colocándolo en el cuarto lugar de entidades mejor estudiadas a nivel nacional, después del Estado de México, la Ciudad de México y Veracruz. En el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo los HCS se comercializan en su mayoría

por mujeres, denominadas nanacateras, quienes se encargan de la recolección e identificación de especies comestibles y venenosas durante la temporada de lluvias entre los meses de julio a septiembre (Montes, 2024). De las especies registradas *Hypomyces lactifluorum* L. (trompa de cochi) y *Lactarius indigo* s.l. (hongo azul) destacan ser frecuentemente ocupadas en los platillos tradicionales de la región a causa de su disponibilidad y propiedades sensoriales pues *H. lactifluorum* tiene textura carnosa y un distintivo sabor a marisco, además de un color anaranjado brillante o anaranjado rojizo. Es importante mencionar que *H. lactifluorum* es un hongo parásito microscópico que infecta a especies de los géneros *Russula* y *Lactarius* y en el caso de *Russula* sus propiedades sensoriales cambian antes de ser infectado pues tiene un sabor picante y consistencia frágil (Escutia, 2022). Por otra parte, *L. indigo* s.l. se ha recolectado en los estados de Chiapas, Hidalgo y Querétaro, contiene altos niveles de Vitamina B₂ (>300 µg 100 g⁻¹ DW, dry weight) (Pacheco, 2024; Reséndiz, 2023); es uno de los hongos silvestres mejor cotizados dentro de la gastronomía gourmet, por su llamativo color azul y sus compuestos fenólicos como ácido clorogénico, ácido *p*-hidroxibenzoico, kaempferol y miricetina, los cuales tienen actividad antioxidante, antibacteriano, antiinflamatorio y anticancerígeno (Monter, 2021; Navarro, 2024). Sumado a esto, ambas especies de hongos conservan más del 50% de sus propiedades antioxidantes después de un procesamiento térmico (Espejel, 2021). No se ha reportado alguna restricción o indicación previa a su consumo en ambas especies únicamente indicaciones de lavado, como retirar residuos de tierra y que la mayoría de las personas prefieren comer el hongo completo, además de que *L. indigo* s.l. suele comerse en caldo y *H. lactifluorum* se le retira la piel y posteriormente se lava (Vázquez, 2023).

La seguridad de los alimentos es un aspecto de observancia obligatoria y la evaluación de éstos involucra desde análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales; éste último



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

permite medir y entender las percepciones sensoriales de los consumidores respecto a diversos atributos como sabor, textura, aroma y apariencia. Este tipo de análisis adquiere una relevancia para innovar nuevos productos de hongos en el mercado global, ya que están emergiendo como alimentos del futuro y una alternativa a la carne u otros productos de origen vegetal y de esta forma potenciar el consumo (García, 2023; Oh, 2024). El objetivo de este trabajo fue generar los descriptores sensoriales específicos de estos dos HCS, *H. lactifluorum* y *L. indigo* s.l., recolectados en los bosques del municipio de Acaxochitlán en el estado de Hidalgo.

2. Materiales y métodos

2.1 Recolección de muestras

Las muestras de las especies *H. lactifluorum* y *L. indigo* s.l. se adquirieron en el mes de agosto del 2024 en la cabecera municipal del municipio de Acaxochitlán, estado de Hidalgo México, las muestras de setas (*Pleurotus ostreatus*) y champiñón (*Agaricus bisporus*) de la marca Monte Blanco® se compraron en la tienda Walmart®, ubicada en el municipio de Tulancingo, Hidalgo. Las muestras de hongos se lavaron y desinfectaron de acuerdo con la Norma General del Codex para los Hongos Comestibles y sus Productos Codex Stan 38-1981, la cual indica que para su preparación previo al consumo deberá ser inmediatamente después de ser recogidos, además de estar en estado indemne, es decir, no tener ningún tipo de daño o lesión y estar limpios de cualquier tipo de impureza externa, por consiguiente, se lavaron las muestras a chorro de agua por 2 min. para retirar algún residuo, posteriormente se desinfectaron utilizando Microdyn® (microbicida compuesto por plata ionizada o plata coloidal) y siguiendo las indicaciones del fabricante, se sumergieron por 10 min. en una solución con una concentración al 0.04% de plata coloidal (0.4 mL) por L de agua, una vez desinfectados los hongos se pasaron a papel secante para eliminar exceso de agua. Finalmente, se cortaron las muestras en tamaños de 1 cm², para darle homogeneidad

2.2 Preparación de muestras

Se colocaron las muestras codificadas por separado sobre platos redondos blancos, con la misma cantidad y posición para ambas, se proporcionó una botella de agua para que los jueces se limpiaran el paladar entre cada muestra y un cubierto desechable para evitar que las muestras se contaminara al tomarse con las manos evitando algún tipo de aromas que pudieran tener los jueces en las mismas. La aplicación de la prueba sensorial se realizó en el laboratorio de Análisis Sensorial del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Es importante mencionar que toda la preparación del material, así como el lugar donde se aplicó el análisis sensorial fueron variables controladas para que las diferencias que encontraron los jueces fueran propias de las muestras y no debidas al efecto de variables externas a ellas (Severiano, 2019).

2.3 Análisis sensorial check-all-that-apply (CATA)

En el estudio participaron 50 jueces no entrenados, a quienes se les dio una plática previa a la evaluación acerca de cómo se distinguen sensorialmente los atributos. El instrumento utilizado para la prueba fue un listado de atributos por el método CATA (Tabla 1), el cual se realizó mediante una revisión bibliográfica de hongos comestibles de diferentes especies, este listado se clasificó según los siguientes atributos: aroma, sabor, textura y color tanto externo e interno, para la sección de color se implementó una rueda de colores (Beeler, 2024) para la identificación de la coloración interna y externa de la muestra (Figura 1). Los jueces tenían que seleccionar todos aquellos atributos que percibieran para cada una de las muestras (Alvarado, 2015; Arora, 1986; Cano, 2016; Enríquez, 2023; Jiang, 2023; Jordan, 2015; López, 2014; Martínez y col., 2007; Morales, 2024; Moreno, 2016; Palacios, 2015; Schrei, 2019; Zhuang, 2020).

2.4 Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos con el método CATA (Damiani, 2021) se codificaron como 0 y 1 si seleccionaron el atributo de la carta de



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

descriptores (Tabla 1) para cada muestra, posteriormente se utilizó la prueba de Q de Cochran, se empleó el software XLSTAT® 2024.4 Sensory para análisis de los datos; el cual está

diseñada para evaluaciones sensoriales de productos.



Figura 1. Rueda de colores empleados para identificación de la coloración interna y externa de los hongos comestibles en la metodología CATA (Beeler, 2024). Se presenta un marco de colores que se pueden encontrar en los hongos, con el fin de que los jueces puedan identificar los colores de cada muestra.



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

Tabla 1. Descriptores sensoriales de hongos comestibles empleados en la metodología CATA.

Color	Apariencia Externa, uniformidad de color, textura aterciopelada, apariencia externa, color diferente al externo.
Aroma	Ahumado, mantecoso/grasa, amaderado, seta fresca, dulce, nueces, metálico, hierba, cítrico, frutal, malta, acre, anís, floral, harina húmeda, descomposición, miel, albaricoque, almendra, terroso, rancio.
Sabor	Fuerte, ligero, insípido, amargo, dulce, salado, umami, mariscos, astringencia, metálico, zanahoria cocida, acre, anís, almendras, nueces, picante, berros, pollo.
Textura en boca	Crujiente, suave, duro, fibroso, polvoriento, carnoso, gelatinoso.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de las cuatro muestras de estudio, que fueron *H. lactifluorum*, *L. indigo s.l.*, *P. ostreatus*, *A. bisporus* se agruparon en tres categorías sensoriales: textura, sabor y aroma (Tabla 1). Se realizó un Análisis de Correspondencias Múltiples (MCA) por pares, mediante el procedimiento de diferencia crítica (Sheskin) para obtener las Tablas 2, 3 y 4 correspondientes a cada categoría (textura, sabor y aroma). En ellas se identifica que atributos tuvieron diferencias significativas entre las muestras, esto con el fin de analizar las relaciones y diferencias entre las mismas. Además, se generaron mapas biplot a partir del MCA para cada categoría de los cuales corresponden a las Figuras 2, 3 y 4.

3.1 Textura

De acuerdo con la Tabla 2 donde se muestran los atributos que presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) de la categoría "Textura" (crujiente, suave, duro, fibroso, polvoriento, carnoso y gelatinoso) para cada muestra. *A. bisporus* tuvo diferencias significativas en los atributos crujiente y suave, además de suave con crujiente, duro, fibroso, polvoriento y gelatinoso, en *H. lactifluorum* se encontraron diferencias significativas en crujiente y suave, *P. ostreatus* se obtuvieron diferencias significativas en crujiente con duro, fibroso y carnoso, mientras que *L.*

indigo s.l. no mostró diferencias significativas, además de que los atributos fibroso, carnoso, duro y suave fueron percibidos en mayor proporción por los jueces en todas las muestras. Estas texturas se deben al contenido de proteínas filamentosas y fibrosas que contienen los hongos comestibles lo que los convierte en una alternativa viable como sustituto de la carne (Moreno, 2001; Singh, 2023). Se debe mencionar que todas las especies presentadas para nuestro análisis contienen proteínas (Loga, 2023; Moreno, 2014; Rodríguez, 2021; Vargas, 2023).

La Figura 2 muestra la información resultante de los descriptores percibidos por los jueces, esta muestra los atributos de la categoría "Textura", previamente mencionados y cuales se acercan más a cada una de las muestras. En el caso de *H. lactifluorum* contiene los atributos de gelatinoso y polvoriento mientras que Manrique (2022) destaca que es de textura carnosa, en *L. indigo s.l.* se acerca al atributo suave y polvoriento lo cual se asemeja con lo mencionado por Lligüisupa (2022) que lo describe con una textura arenosa y que al comerlo las láminas se desintegran en la boca. Para *A. bisporus* al igual que *L. indigo s.l.* se acerca a atributo suave, lo cual se asemeja con textura agradable y jugosidad mencionado por Flores (2024) y, por último, *P. ostreatus* se encuentra entre los atributos fibroso y duro, comparable a grueso y firme descrito por Furci (2007), estas diferencias encontradas se deben a



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

que los hongos contienen fibra dietética la cual proporciona propiedades físicas, como textura,

estabilización, emulsión, espesamiento y gelificación (Singh, 2023).

Tabla 2. Prueba Q de Cochran para cada atributo y comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Diferencia crítica (Sheskin), categoría Textura.

Atributos	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Hypomyces lactifluorum</i>	<i>Lactarius indigo s.l.</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Crujiente	0.16 ^a	0.28 ^a	0.18 ^a	0.28 ^a
Suave	0.88 ^b	0.82 ^b	0.68 ^{ab}	0.52 ^a
Duro	0 ^a	0.08 ^{ab}	0.06 ^{ab}	0.16 ^b
Fibroso	0.32 ^a	0.20 ^a	0.40 ^a	0.74 ^b
Polvoriento	0.08 ^a	0.12 ^a	0.10 ^a	0.06 ^a
Carnoso	0.54 ^{ab}	0.54 ^{ab}	0.30 ^a	0.62 ^b
Gelatinoso	0.12 ^a	0.22 ^a	0.12 ^a	0.12 ^a

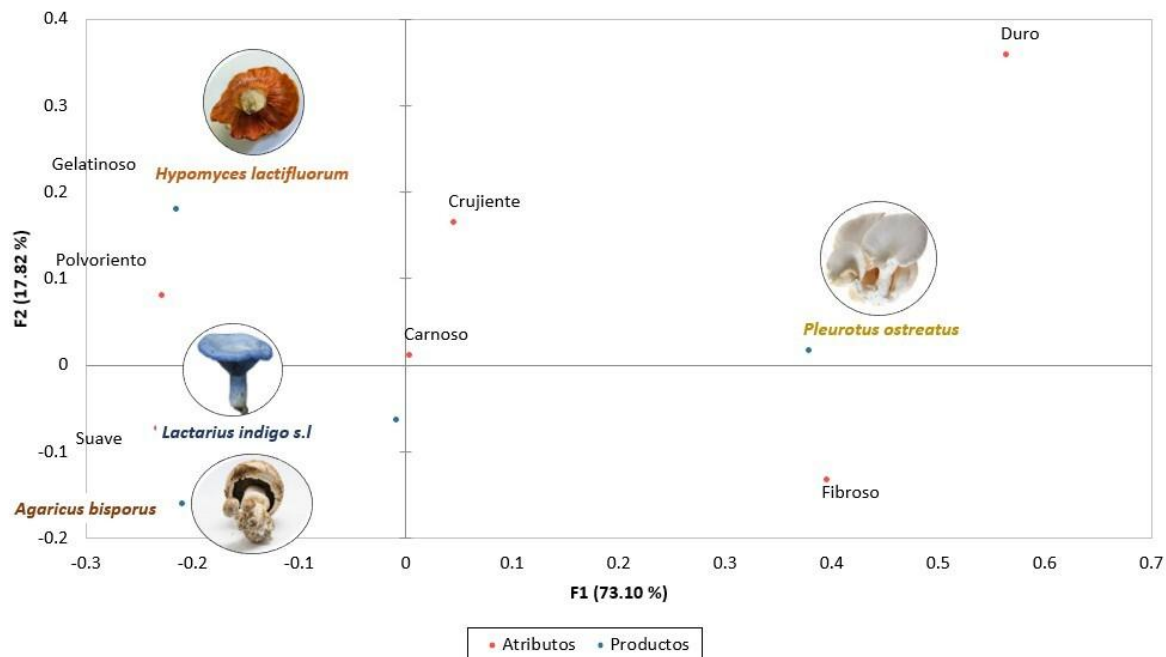


Figura 2 Representación mediante MCA del análisis de atributos de la categoría “Textura” de los datos del método CATA. *L. indigo s.l.* y *A. bisporus* se acerca a atributo suave, *H. lactifluorum* al atributo gelatinoso y *P. ostreatus* al atributo fibroso. Se elaboró con base a los datos sensoriales recolectados.



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

3.2 Sabor

En la Tabla 3 muestra los atributos que presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) de la categoría "Sabor" (fuerte, ligero, insípido, amargo, dulce, salado, umami, marisco, astringencia, metálico, zanahoria cocida, acre, anís, almendra, nueces, picante, berro y pollo), para *A. bisporus* tiene diferencia significativa en ligero y umami, además de que el atributo dulce fue percibido por los jueces, esto se compara por Jiang y col. en 2023, que lo reportan con sabores dulces, umami y hongo, en *H. lactifluorum*. La Tabla 3 muestra que los atributos fuerte, ligero y umami comparten diferencias significativas, además los jueces percibieron el sabor a mariscos; el cual lo reporta Escutia (2022), en *L. indigo s.l.* presenta diferencia significativa en los atributos fuerte y amargo; esto es semejante al análisis de Logan (2023), que detectó compuestos fenólicos en *L. indigo s.l.*, de los cuales destacan los alcaloides

los cuales generan sabores amargos para evitar que los animales los consuman (Jiang, 2023; Lustre 2022). Finalmente *P. ostreatus* comparte diferencias significativas en el atributo metálico, esto es consecuencia del contenido mineral que tienen los hongos comestibles, de los que destaca el hierro (Fe) que crea sabores metálicos (Álvarez, 2022; Torres, 2020). Sumado a ello se muestra que *L. indigo s.l.* y *H. lactifluorum* no se percibieron algunos atributos, por ejemplo, picante. En el caso de *H. lactifluorum* y *L. indigo s.l.* los atributos de salado, umami y acre, igualmente la Tabla 3 muestra que los jueces percibieron el atributo dulce en todas las muestras, esto nos indica que el dulzor está presente en los hongos y varía según el estado de madurez y el contenido de azúcar soluble de acuerdo con cada especie de hongo (Jiang, 2023).

Tabla 3 Prueba Q de Cochran para cada atributo y comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Diferencia crítica (Sheskin), categoría Sabor.

Atributos	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Hypomyces lactifluorum</i>	<i>Lactarius indigo s.l.</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Fuerte S	0.16 ^a	0.20 ^{ab}	0.60 ^c	0.44 ^{bc}
Ligero S	0.76 ^c	0.64 ^{bc}	0.32 ^a	0.44 ^{ab}
Insípido S	0.28 ^a	0.34 ^a	0.30 ^a	0.38 ^a
Amargo S	0.06 ^a	0.18 ^a	0.64 ^b	0.18 ^a
Dulce S	0.10 ^a	0.18 ^a	0.02 ^a	0.14 ^a
Salado S	0.04 ^a	0.04 ^a	0 ^a	0.04 ^a
Umami S	0.14 ^b	0.04 ^{ab}	0 ^a	0.08 ^{ab}
Mariscos S	0.20 ^a	0.18 ^a	0.08 ^a	0.18 ^a
Astringencia S	0.08 ^a	0.04 ^a	0.08 ^a	0.14 ^a
Metálico S	0.20 ^{ab}	0.02 ^a	0.36 ^b	0.26 ^b
Zanahoria cocida S	0.14 ^a	0.16 ^a	0.06 ^a	0.10 ^a
Acre S	0.02 ^a	0.04 ^a	0 ^a	0.02 ^a
Anís S	0.04 ^a	0.06 ^a	0.08 ^a	0.02 ^a
Almendras S	0.12 ^a	0.16 ^a	0.06 ^a	0.16 ^a
Nueces S	0.24 ^a	0.20 ^a	0.08 ^a	0.08 ^a
Picante S	0.02 ^a	0 ^a	0.02 ^a	0.06 ^a
Berros S	0.16 ^a	0.06 ^a	0.08 ^a	0.18 ^a
Pollo S	0.10 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a	0.10 ^a



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

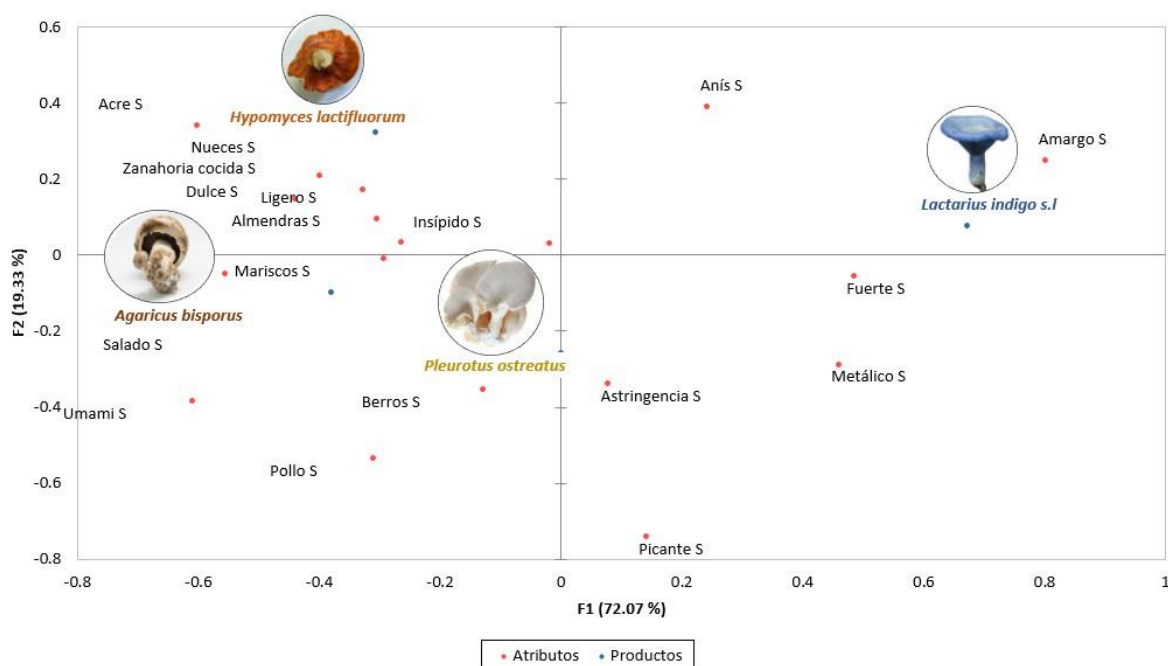


Figura 3. Representación mediante MCA del análisis de atributos de la categoría “Sabor” de los datos del método CATA. *L. indigo s.l.*, se ubica cercano a amargos; *A. bisporus*, a mariscos S y salado S; *H. lactifluorum*, a nueces S y zanahoria cocida S y *P. ostreatus*, a berros. Elaboración con base a los datos sensoriales recolectados.

En Figura 3 se muestra el MCA de la información proporcionada por los jueces al describir los atributos de la categoría “Sabor” que se asociaron más con cada una de las muestras. En el caso de *H. lactifluorum* destacan los atributos: acre, nueces, zanahoria cocida, dulce, ligero y almendras, esto concuerda con lo mencionado por Masterra (2019), que lo menciona con sabores a almendras/frutos secos, azúcar y zanahoria cocida. En el caso de *A. bisporus* se acercó a atributos umami, salado y mariscos. Los hongos presentan contenido de glutamato monosódico (GMS) o umami; el cual es un potenciador de sabor altamente utilizado en la industria alimentaria; pero a pesar de ser una sustancia segura para su ingesta, los consumidores prefieren fuentes naturales que lo contengan; por lo que el contenido de este en los hongos comestibles se vuelve una opción atractiva y en este contexto los champiñones destacan por su riqueza en compuestos umami, *P. ostreatus* se acercó a los atributos berros, pollo

y astringencias (Jiang, 2023; Selani, 2022). De igual forma, Linares (2024) y Paredes (2022) lo presentan con sabor cárnico a pollo y dulzón, añadido a esto el sabor astringente de *P. ostreatus* lo da el contenido de flavonoides que son compuestos fenólicos de acuerdo con (Bulam, 2022; Hernández, 2025; Vázquez, 2012) y por último *L. indigo s.l.* se acercó a sabor amargo y fuerte. Linares (2024) lo presenta con sabor cárnico, ligeramente amargo y astringente, sumado a esto la intensidad de sabor es por el contenido de látex presente en muchas especies de *Lactarius* de acuerdo con Flores (2024).

3.3 Aroma

En la Tabla 4 muestra los atributos que presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) de la categoría “Aroma” (ahumado, mantecoso, amaderado, seta fresca, dulce, nueces, metálico, hierba, cítrico, frutal, malta, acre, anís, floral, harina húmeda, descomposición, miel, albaricoque, almendra, terroso y rancio). En el caso de *A. bisporus*, se



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

obtuvo diferencia significativa el atributo terroso, lo cual coincide con lo reportado por Linares (2024) que presenta esta especie con aroma a hierbas y tierra mojada. Por otra parte, *H. lactifluorum* mostró diferencias significativas en anís, lo cual coincide con lo señalado por Linares (2024) y Masterra (2019), quienes lo describen con aroma a chiles secos, tierra mojada y anís. En cuanto a *L. indigo s.l.*, presentó diferencia significativa en terroso, que coincide con Masterra (2019) presenta sabor o aroma que recuerda a la arcilla, ladrillo o tierra. Por otro lado *P. ostreatus* tiene diferencias significativas en

anís, esto se atribuye al contenido de aldehídos, cetonas y pirazinas los cuales son precursores de compuestos aromáticos especiados y que están presentes en esta especie (Martínez, 2023; Tagkouli, 2021). Cabe destacar que en todas las muestras de la Tabla 4 se identificaron entre dos a cinco atributos no percibidos por los jueces. *P. ostreatus* fue la única muestra que presentó cinco atributos no identificados, los cuales fueron: cítrico, descomposición, miel, albaricoque y rancio.

Tabla 4. Prueba Q de Cochran para cada atributo y comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Diferencia crítica (Sheskin), categoría Aroma.

Atributos	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Hypomyces lactifluorum</i>	<i>Lactarius indigo s.l.</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Ahumado A	0.26 ^a	0.12 ^a	0.14 ^a	0.14 ^a
Mantecoso A	0.10 ^a	0.12 ^a	0.06 ^a	0.10 ^a
Amaderado A	0.32 ^a	0.28 ^a	0.18 ^a	0.22 ^a
Seta fresca A	0.56 ^a	0.60 ^a	0.60 ^a	0.64 ^a
Dulce A	0.04 ^a	0.10 ^a	0.06 ^a	0.06 ^a
Nueces A	0.04 ^a	0.04 ^a	0.04 ^a	0.08 ^a
Metálico A	0.08 ^a	0.08 ^a	0.20 ^a	0.08 ^a
Hierva A	0.30 ^a	0.32 ^a	0.48 ^a	0.34 ^a
Cítrico A	0.02 ^a	0 ^a	0.04 ^a	0 ^a
Frutal A	0 ^a	0.06 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a
Malta A	0.04 ^a	0 ^a	0 ^a	0.02 ^a
Acre A	0.02 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a
Anís A	0.02 ^{ab}	0.02 ^{ab}	0 ^a	0.10 ^b
Floral A	0.04 ^a	0.14 ^a	0.12 ^a	0.12 ^a
Harina Húmeda A	0.06 ^a	0.20 ^a	0.16 ^a	0.14 ^a
Descomposición A	0.02 ^a	0.06 ^a	0.04 ^a	0 ^a
Miel A	0 ^a	0.02 ^a	0 ^a	0 ^a
Albaricoque A	0.02 ^a	0.04 ^a	0.02 ^a	0 ^a
Almendra A	0.06 ^a	0 ^a	0.02 ^a	0.08 ^a
Terroso A	0.56 ^b	0.30 ^a	0.52 ^{ab}	0.32 ^{ab}
Rancio A	0 ^a	0.06 ^a	0.06 ^a	0 ^a



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

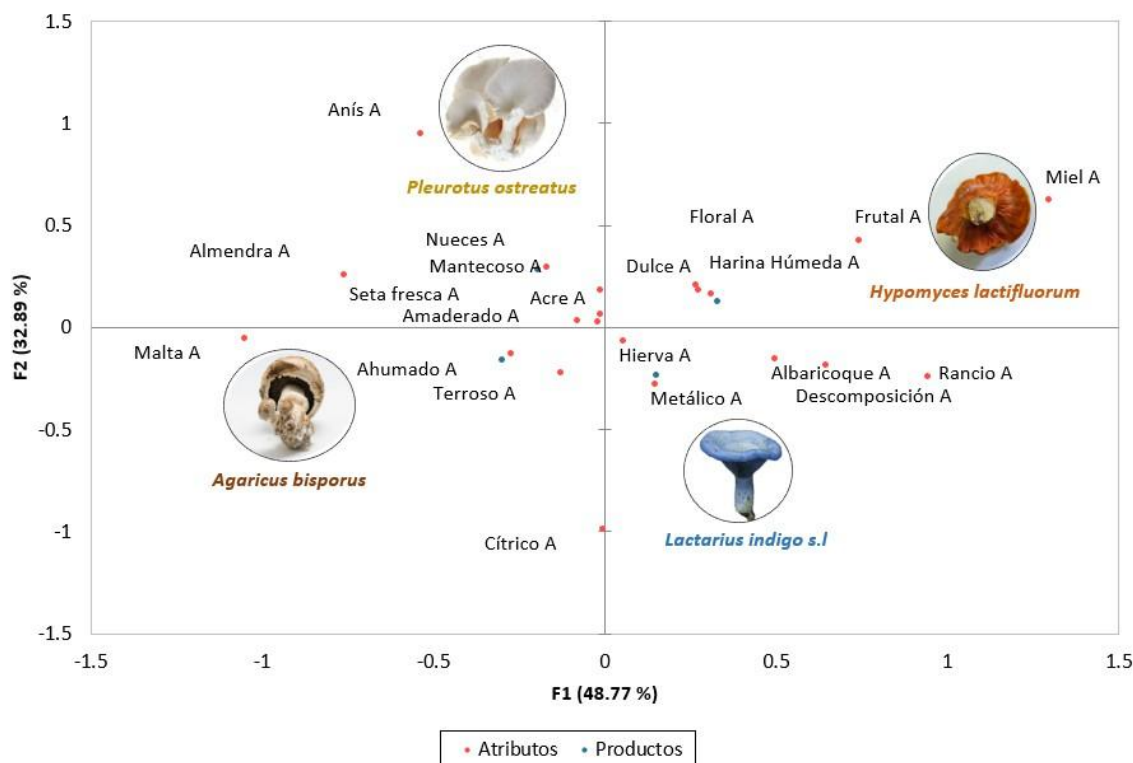


Figura 4 Representación mediante MCA del análisis de atributos de la categoría “Aroma” de los datos del método CATA. *L. indigo s.l.* se acerca a metálico A, *A. bisporus*, con ahumado A, *H. lactifluorum*, con frutal A, miel A y harina húmeda A; *P. ostreatus*, con anís A y nueces A. Se elaboró con base a los datos sensoriales recolectados.

En la Figura 4 muestra los atributos en la categoría “Aroma”, previamente mencionados, que más se acercan a las muestras analizadas. En *P. ostreatus* se acercó a nueces, mantecoso, acre, seta fresca, amaderado, anís y almendra, esta especie contiene compuestos aromáticos como el ácido oleico y linoleico, los cuales también se encuentran en la mantequilla, lo que explica el aroma identificado por los jueces, según Gündoğdu (2024). Además, describen la especie con aroma fúngico, tierra mojada y dulzón (Jiang, 2023; Linares, 2024; Paredes, 2022). En cuanto a *A. bisporus*, se acercó a ahumado, terroso y cítrico; se debe a que la muestra contiene los siguientes compuestos aromáticos 2-metilpentadecano, heptadecano y copaeno los cuales son precursores de compuestos volátiles cítricos, dulces, grasos, cerosos y leñosos (Feng,

2021; Linares, 2024); también se ha identificado aroma a hierbas y tierra mojada. En *L. indigo s.l.* se acerca a hierba, metálico, albaricoque, rancio y descomposición, esto concuerda con aroma sutil a dulce, espinaca o hierbas de hojas verdes, piedra mojada o mohos, metálico u óxido descrito por Linares (2024) y Masterra (2019). Finalmente, en *H. lactifluorum* se acercó a miel, frutal, harina húmeda, floral, y dulce; Linares (2024) y Masterra (2019) describen que la especie contiene aromas a tierra mojada, miel de abeja, azúcar blanca procesada, humedad y rosas o florares.

4. Conclusiones

El presente estudio logró caracterizar sensorialmente a dos especies de hongos comestibles silvestres endémicos de



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

Acaxochitlán, Hidalgo (*Hypomyces lactifluorum* y *Lactatirus indigo* s.l.), mediante el análisis de atributos de textura, sabor y aroma mediante el método CATA. Los resultados mostraron que ambas especies presentan perfiles sensoriales distintos y un alto potencial como ingredientes gastronómicos únicos. Estos datos representan uno de los principales aportes de esta investigación al contribuir a la valorización de la micogastronomía regional y a la generación de propuestas culinarias que promuevan la conservación del patrimonio biocultural local. Asimismo, se identificó que estas especies poseen características comparables con los hongos cultivados como *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*, lo que refuerza su viabilidad como alternativas sustentables y nutritivas al consumo de carne, debido a su contenido de compuestos proteicos, vitaminas, minerales y fenólicos.

Este trabajo abre camino a futuras investigaciones en el ámbito de la gastronomía sostenible y el desarrollo de alimentos funcionales a base de hongos endémicos mexicanos.

Declaraciones y afirmaciones

Fondos: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para este trabajo.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Aprobación de ética: No aplica.

Disponibilidad de los datos: Contactar a los autores en caso de requerir las bases de datos de esta investigación.

Contribución de los autores:

María de los Ángeles López-Martínez: Investigación, Redacción- borrador original, Supervisión.

Paul Misael Garza-López: Redacción – revisión y edición, Validación.

Víctor León Espitia López: Análisis formal, Supervisión, Redacción- revisión y edición.

Josefa Espitia López: Recursos, Supervisión, Redacción – revisión y edición

Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del artículo.

Referencias

1. Alvarado-Castillo, G., Mata, G., & Benítez-Badillo, G. (2015). Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque (Valdivia)*, 36(2), 151-161. DOI: 10.4067/S0717-92002015000200001
2. Álvarez-Serrano, I. M., Mustelier-Casola, D., González-Zambrano, J. M., & Espinosa-Nieto, L. (2022). Potencialidades de inclusión de *Pleurotus ostreatus* en alimentos cárnicos. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*, 5 (9), 233-245. DOI: 10.46296/rc.v5i9.0046
3. Arora, D. (1986). *Mushrooms demystified: A comprehensive guide to the fleshy fungi*. Ten Speed Press.
4. Beeler, J. (2024). *The Mushroom Color Atlas: A guide to dyes and pigments made from fungi*. Chronicle Books.
5. Bulam, S., Üstün, N., & Pekşen, A. (2022). Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a healthy ingredient for sustainable functional food production. *Mantar Dergisi*, 13(3), 131-143.
6. Cano-Estrada, A., & Romero-Bautista, L. (2016). Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 75-80. DOI: 10.4067/S0717-75182016000100011
7. Damiani, C., Amorim-Alves, K., & Dutcosky-Deboni, S. (2021). Check all that apply: A



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

- técnica amplamente utilizada em análise sensorial. In *Ciências agrárias: O avanço da ciência no Brasil* (Vol. 1, cap. 14). Editora Científica. DOI: [10.37885/210404110](https://doi.org/10.37885/210404110)
8. Enríquez Pico, J., Ramos Jaramillo, F., & Abril Carvajal, L. (2023). Evaluación de tres métodos de secado en champiñones variedad blanco (*Agaricus bisporus*). *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(4). DOI: [10.59169/pentaciencias.v5i4.645](https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.645)
 9. Escutia-Manrique, R., Garibay-Orijel, R., & Ramírez-Terrazo, A. (2022). *Hypomyces lactifluorum* [Infografía]. *Hongos Comestibles y Tóxicos de México*, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://hongoscomestiblesytotoxicos.i.b.unam.mx/imagenes/infografias/hypomyces%20lactifluorum.png>
 10. Feng, T., Yang, M., Ma, B., Zhao, Y., Zhuang, H., Zhang, J., & Chen, D. (2021). Volatile profiles of two genotype *Agaricus bisporus* species at different growth stages. *Food Research International*, 140, 109761. DOI: [10.1016/j.foodres.2020.109761](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109761)
 11. Flores Arroyo, J. E., & Villa Sari, M. E. (2024). *Análisis de la comercialización de champiñones frescos Agaricus bisporus en los principales supermercados de la ciudad de Cuenca-2023* [Tesis de licenciatura, Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0860a43e-0683-4398-a762-0151e63c4c87/content>
 12. Furci, G. (2007). *Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile*. CORMA.
 13. García Reyes, N. (2023). *Documentación de los hongos que se venden en el tianguis de San Pedro, Nicolás Romero* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000837829/3/0837829.pdf>
 14. García-Garvía, J. (2023). *El análisis sensorial de alimentos como elemento transversal de los módulos profesionales de los ciclos formativos de la familia profesional agraria* [Tesis de maestría, Universidad de Murcia]. <https://hdl.handle.net/11000/32961>
 15. Gündoğdu, E., & Beşer, M. (2024). Determination of fatty acid, cholesterol, alpha-tocopherol, and aroma components of traditionally and commercially produced Trabzon butters. *Heliyon*, 10(16), e35656. DOI: [10.1016/j.heliyon.2024.e35656](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35656)
 16. Hernández-Carapia, M. Á., Verde-Calvo, J. R., & Malpica-Sánchez, F. P. (2025). La química del vino tinto: compuestos responsables del color, aroma y sabor. *Revista de divulgación científica iBIO*, 7(2), 240. <https://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/240/225>
 17. Jiang, C., Duan, X., Lin, L., Wu, W., Li, X., Zeng, Z., Luo, Q., & Liu, Y. (2023). A review on the edible mushroom as a source of special flavor: Flavor categories, influencing factors, and challenges. *Food Frontiers*, 4, 1561–1577. DOI: [10.1002/fft2.263](https://doi.org/10.1002/fft2.263)
 18. Jordan, P. (2015). *Field guide to edible mushrooms of Britain and Europe*. Bloomsbury Natural History.
 19. Linares Colmenares, L. G., & Ramírez Terrazo, A. (2024). *Diccionario gastronómico de hongos mexicanos*. Elefanta Editorial.
 20. López, C. F. (2014). Descripción microscópica de ejemplares del género *Lactarius* de las secciones *Uvidus* y *Zonarii* en Guatemala [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala].
 21. Lustre Sánchez, H. (2022). Los superpoderes de las plantas: Los metabolitos secundarios



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

- en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria*, 23(2). DOI: 10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.2.10
22. Martínez Álvarez, O. L., Ardila Castañeda, M. P., Ocampo Arango, C. M., Álzate Tamayo, L. M., Bedoya Vergara, C., Monsalve Fonnegra, Z. I., & Lizarazo Medina, P. X. (2023). Cacao antioqueño: La sinfonía microbiana, química y sensorial: Un deleite de aromas y sabores de la mano del cuidado y cultivador. Universidad de Antioquia y Universidad Corporación Universitaria Medellín.
23. Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., & Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de los hongos comestibles. En J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata, & H. Leal (Eds.), *El cultivo de setas Pleurotus spp. en México* (Cap. 6.1, pp. 1-20). Ecosur-Conacyt.
24. Merino Galindo, I. V., & Márquez Molina, O. (2025). Conocimiento tradicional de hongos comestibles en comunidades indígenas del mundo y límites planetarios, revisión sistemática actual. *Revista Construyendo Paz Latinoamericana*, 10(21). DOI: 10.35600/25008870.2025.21.0368.1
25. Molina Castillo, S., Espinoza Ortega, A., Thomé Ortiz, H., Moctezuma Pérez, S., & Martínez García, C. G. (2022). Los hongos comestibles silvestres: Entre las neofilias y neofobias de los consumidores mexicanos. *Bosque (Valdivia)*, 43(3), 231–241. DOI: 10.4067/S0717-92002022000300231
26. Monter-Camacho, I., Ramírez-Terrazo, A., & Garibay-Orijel, R. (2021). *Lactarius Indigo s.l.* [Infografía]. Hongos comestibles y tóxicos de México, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://hongoscomestiblesytoxicos.ib.unam.mx/imagenes/infografias/Lactarius-indigo-sl.png>
27. Montes-Rodríguez, L. F., Romero-Bautista, L., & López Ramírez, M. (2024). Algunos aspectos etnoecológicos de los hongos comestibles silvestres en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo. *Pädi Boletín de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10158653>
28. Morales Tovar, A., Rangel Patiño, C., Cordero Olivo, M., Villanueva Mendoza, E., Alvarado Vázquez, M., & Salcedo Martínez, S. (2024). Hongos medicinales de Nuevo León. *Revista Planta*, 16(28). <https://revistaplanta.uanl.mx/index.php/p/article/view/156>
29. Moreno Arroyo, B., Gómez Fernández, J., & Pulido Calmaestra, E. (2001). *Setas comestibles de Andalucía: Manual de identificación* (2.ª ed.). Editorial Jabalcuz.
30. Moreno Fuentes, Ángel. (2014). UN RECURSO ALIMENTARIO DE LOS GRUPOS ORIGINARIOS Y MESTIZOS DE MÉXICO: LOS HONGOS SILVESTRES. *Anales De Antropología*, 48(1), 241–272. DOI: 10.1016/S0185-1225(14)70496-5
31. Moreno-Cuevas, J. (2016). Los hongos: Héroes y villanos de la prosperidad humana. *Revista Digital Universitaria*, 17(9). <https://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/art69.pdf>
32. Palacios-Romero, I. (2015). *Extracción y caracterización de polisacáridos y estudio del perfil de compuestos volátiles en hongos comestibles* [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid].
33. Paredes Lligüisupa, J. J. (2022). *Alternativas de uso de los hongos secos (Suillus luteus) en cocina de autor, para la “Señora Pizza Restaurante” de la ciudad de Guaranda* [Tesis de licenciatura, Universidad Regional Autónoma de los Andes].



Artículo de investigación

López-Martínez et al., 2025

34. Pérez-Moreno, J., Martínez-Reyes, M., Hernández-Santiago, F., Ramírez-Carbajal, E., & Luciano-Dorado, K. I. (2021). Innovación para la revalorización y conservación del patrimonio biocultural de los hongos comestibles y medicinales de México. *Agro-Divulgación*, 1(1). DOI: [10.54767/ad.v1i2.27](https://doi.org/10.54767/ad.v1i2.27)
35. Reséndiz, T. (2023). *Propiedades nutricionales y potencial nutraceutico de hongos comestibles del municipio de Zaragoza, Puebla* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo].
36. Schrei Godoy, E. A. (2019). *Protocolo de conservación de ingredientes regionales en Guatemala para su explotación comercial en la alta restauración* [Trabajo de fin de máster, Mondragon Unibertsitatea].
37. Selani, M. M., Ramos, P. H. B., Patinho, I., França, F., dos Santos Harada-Paderno, S., Contreras-Castillo, C. J., & Saldaña, E. (2022). Consumer's perception and expected liking of labels of burgers with sodium reduction and addition of mushroom flavor enhancer. *Meat Science*, 185, 108720. DOI: [10.1016/j.meatsci.2021.108720](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108720)
38. Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. DOI: [10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287](https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287)
39. Singh, U., Tiwari, P., Kelkar, S., Kaul, D., Tiwari, A., Kapri, M., & Sharma, S. (2023). Edible mushrooms: A sustainable novel ingredient for meat analogs. *Efood*, 4(6), e122. DOI: [10.1002/efd2.122](https://doi.org/10.1002/efd2.122)
40. Tagkouli, D., Bekiaris, G., Pantazi, S., Anastasopoulou, M. E., Koutrotsios, G., Mallouchos, A., Zervakis, G. I., & Kalogeropoulos, N. (2021). Volatile profiling of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms cultivated on agricultural and agro-industrial by-products. *Foods*, 10(6), 1287. DOI: [10.3390/foods10061287](https://doi.org/10.3390/foods10061287)
41. Torres-Silva, S., Tapia-Calvopiña, I., Goetschel-Gomez, L., & Pazmiño-Salazar, E. (2020). Análisis físico-químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito. *Enfoque UTE*, 11(4), 57-70. DOI: [10.29019/enfoqueute.v11n4.533](https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n4.533)
42. Vázquez-Flores, A. A., López-Díaz, J. A., Wall-Medrano, A., & De La Rosa, L. A. (2012). Taninos hidrolizables y condensados: naturaleza química, ventajas y desventajas de su consumo. *Tecnociencia Chihuahua*, 6(2), 84-93. DOI: [10.54167/tch.v6i2.678](https://doi.org/10.54167/tch.v6i2.678)
43. Vázquez-Jiménez, J. M. (2023). *Conocimiento local acerca del uso de hongos silvestres en El Porvenir, Oxchuc, Chiapas* [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas].
44. Zhang, L., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2021). Development of flavor during drying and applications of edible mushrooms: A review. *Drying Technology*, 39(11), 1685–1703. DOI: [10.1080/07373937.2021.1875231](https://doi.org/10.1080/07373937.2021.1875231)
45. Zhuang, J., Xiao, Q., Feng, T., Huang, Q., Ho, C., & Song, S. (2020). Comparative flavor profile analysis of four different varieties by instrumental and sensory techniques. *Food Research International*, 136, 109485. DOI: [10.1016/j.foodres.2020.109485](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109485)