

The known species of *Agaricus* (Agaricales, Agaricaceae) in Mexico, an updated and nomenclatural review

Las especies conocidas de *Agaricus* (Agaricales, Agaricaceae) en México, una actualización y revisión nomenclatural

Elvia Naara Palestina-Villa¹, Luis Alberto Parra-Sánchez², Margarita Villegas³, Roberto Garibay-Orijel⁴, Rosario Medel-Ortiz¹

¹ Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana, Médicos No. 5, Col. Unidad del Bosque, 91010 Xalapa, Veracruz, México.

² Avenida Padre Claret n° 7, 5° G, 09400 Aranda de Duero, Burgos, España.

³ Laboratorio de Micología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, México.

⁴ Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, México.

RESUMEN

Antecedentes: La información disponible del género *Agaricus* en México está dispersa en numerosas publicaciones. Este trabajo constituye la segunda revisión del género en México

Objetivos: Actualizar el conocimiento del género *Agaricus*, sus usos, hábitat y distribución, así como la revisión nomenclatural de cada nombre. Además, se adiciona una clave para el reconocimiento de los subgéneros y secciones presentes en México.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura micológica. Para la revisión nomenclatural se aplicaron las reglas del Código Internacional de Nomenclatura en vigor.

Resultados y conclusiones: En total, se han registrado 53 nombres válidamente publicados distribuidos en 28 estados. Cinco especies han sido originalmente descritas del país: *Agaricus guzmanii*, *A. tephrolepidus* (descrito también de la República Dominicana), *A. tlaxcalensis*, *A. tollocanensis* y *A. xuchilensis*. La especie de más amplia distribución es *Agaricus sylvaticus* (21 estados). El estado de Veracruz presentó el mayor número de especies (22). El bosque mesófilo de montaña albergó el mayor número de especies (18). Tomando en cuenta la diversidad global del género, México posee aproximadamente el 10 % que es baja considerando el número de especies conocidas en países vecinos; es necesario incrementar esfuerzos que permitan conocer la diversidad real del género en México.

Palabras clave: macromicetos saprótrofos, clave infragenérica, diversidad, nomenclatura

ABSTRACT

Background: The available information on the genus *Agaricus* in Mexico is dispersed in numerous publications. This work constitutes the second revision of the genus in Mexico.

Objectives: To update the knowledge of *Agaricus* genus, its uses, habitat and distribution as well as the nomenclatural review of each name. In addition, a key for the recognition of subgenera and sections present in Mexico is provided.

Methods: An exhaustive bibliographic review of the mycological literature was carried out. For the nomenclatural review, the rules of the International Code of Nomenclature in force were applied.

Results and conclusion: In total, 53 nomenclaturally validly published names were catalogued distributed across 28 states. Five species have been originally described from the country: *Agaricus guzmanii*, *A. tephrolepidus* (described also from Dominican Republic), *A. tlaxcalensis*, *A. tollocanensis* and *A. xuchilensis*. *Agaricus sylvaticus* was the most widely distributed species (21 states). Veracruz state showed the highest diversity (22 species). The highest diversity was recorded in the cloud forest (18 species). Mexico possesses approximately 10 % of the worldwide genus diversity which is low considering the high diversity in adjacent countries, therefore, efforts to know the real diversity of the genus in Mexico should be made.

Keywords: saprotrophic macromycetes, infrageneric key, diversity, nomenclature

ARTICLE HISTORY

Received 09 September 2019 / Accepted 13 March 2020

Published on line: 25/05/2020

CORRESPONDING AUTHOR

✉ Rosario Medel-Ortiz, romedel@uv.mx

ORCID: 0000-0003-3351-991X

INTRODUCTION

The genus *Agaricus* L. includes saprotrophic fungi characterized by free lamellae with brown spores, an annulate stipe, suprapellis cutis-like and cheilocystidia without capitulate apex. Its species can present nutraceutical properties of great interest. Thus far (July 2019), more than 500 taxa have been described (Chen *et al.*, 2019), distributed in Africa, America, Asia, Australia and Europe. This number is constantly increasing since current research is focused on the identification of species using morphological and molecular data, and many of these studies were conducted in the tropical zones of Asia and America (Zhao *et al.*, 2016; Parra *et al.*, 2018). The last update of the genus in Mexico was carried out in a preliminary study by Mata *et al.* (2011), in which they recorded 32 species from 25 states. An inventory of the *Agaricus* species so far reported from Mexico is important because it provides a starting point for understanding the diversity, ecology, systematics and management of *Agaricus* species in the country.

MATERIALS AND METHODS

An exhaustive bibliographic review from original sources was conducted to compile a list including all pu-

blished records of the genus *Agaricus* in Mexico to the present day. A table was constructed including the name of the species, and its available information in the literature (use, description, key, illustration, DNA sequence on Genbank, vegetation type, geographical distribution in Mexico and herbaria where the specimens are preserved when a voucher was deposited). The taxonomic arrangement of the species followed the classification of Zhao *et al.* (2016) and the vegetation types followed the classification of Rzedowski (2006). The nomenclatural status of each name and its synonymy follows Parra (2008, 2013). For the names not treated by this author, the nomenclatural databases Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>) and MycoBank (www.mycobank.org) were consulted. Finally, a key to the subgenera and sections of the genus known to Mexico was included.

RESULTS

A total of 53 validly published names of the genus *Agaricus* have been cited for Mexico in 122 works conducted over a period of 123 years, with *A. campestris* being the first taxon recorded (Patouillard and Harriot, 1896). The total of cited species (Table 1) corresponds to approximately 10 % of the worldwide

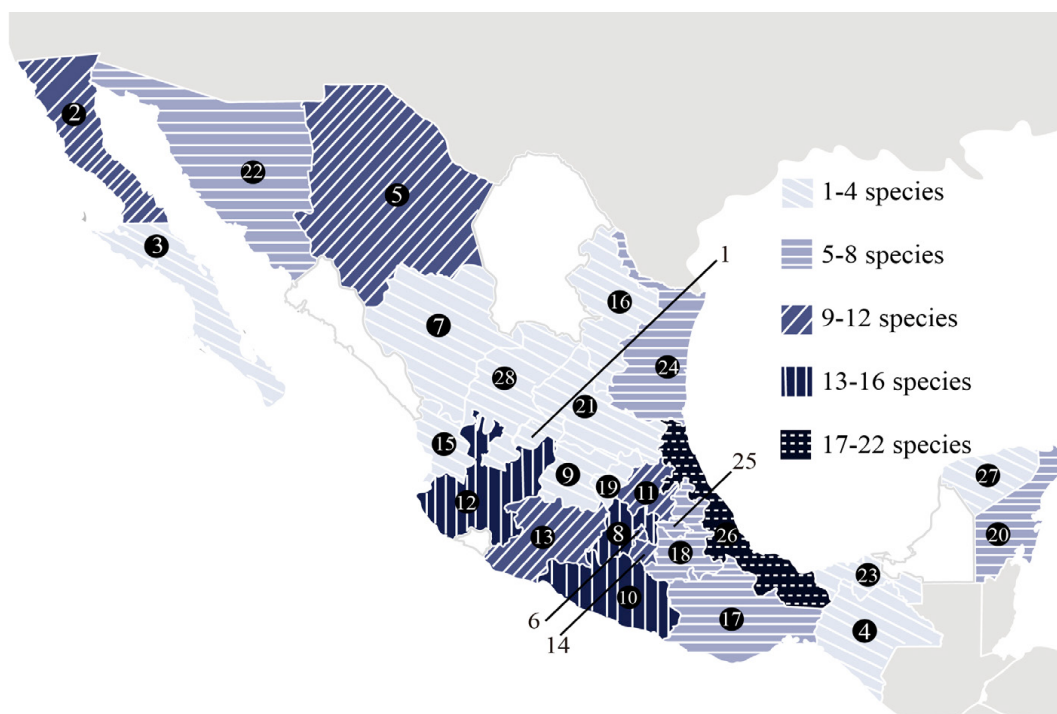


FIGURE 1. *Agaricus* species richness of each state of Mexico. States without records are in white.

diversity. Vouchers from the records have been deposited in more than 20 institutional herbaria, mainly ENCB, FCME, MEXU and XAL, being the last one the only with holotypes (see Table 1, on the “voucher” column). Species are spread across 28 states, of which Veracruz presents the greatest species richness (Figure 1). The species are classified in 6 subgenera and 10 sections. Most of the species belong to *Agaricus* sect. *Arvenses*, followed by *A.* sect. *Xanthodermatei* (11 and 9 taxa, respectively, Figure 2). They are associated with 15 vegetation types (Figure 3), although they also grow in grazing pastures, cultivated areas and urban zones. They are distributed mainly in the cloud forest (18 species); however, an important diversity was also noted in the temperate zones of the country, particularly in the pine-oak forests (16 species), where the highest number of edible species are found together with urban zones (16 species). *Agaricus sylvaticus* is the most common species, being cited from 21 states and associated with 12 vegetation types, although Mexican samples of this species have never been sequenced. To date, *Agaricus guzmanii*, *A. tlaxcalensis*, *A. tollocanensis* and *A. xuchilensis* are endemic species that were described from Mexico. *Agaricus tephrolepidus* was originally described also from the Dominican Republic (Figure 4). Only from eight of the 53 taxa DNA sequences are available (Figure 5 and is indicated under “available information” (MD) in Table 1).

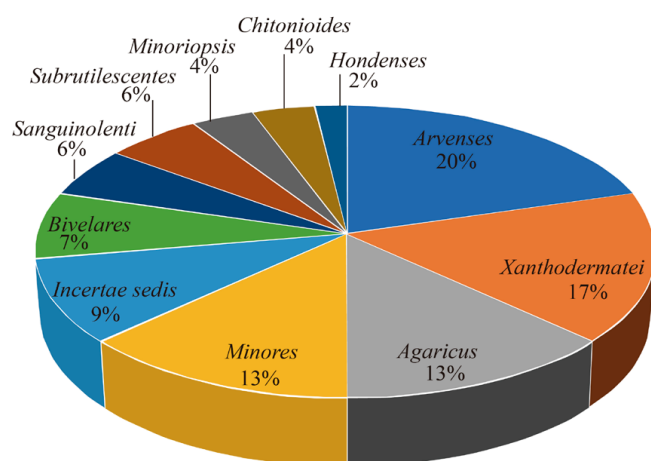


FIGURE 2. *Agaricus* species richness in each section represented in Mexico.

Nomenclatural comments

In order to contribute to nomenclatural stability, and according to the provisions of the current International Code of Nomenclature–Shenzhen Code (Turland *et al.*, 2018), the following aspects of the names of the species recorded for Mexico have been reviewed: A.- its exclusion of the catalogue because the species does not belong to the genus *Agaricus* in the current sense or it was invalidly published, B.- its status as doubtful name, C.- its synonyms, D.- the correct spelling of its epithet.

A.- Excluded names

Species belonging to other genera

Agaricus cretaceus Bull., described from México city (Mata *et al.*, 2011) is excluded because, judging from Bulliard's original plate, it depicts a *Leucocoprinus* species.

Agaricus yucatanensis Ellis & Everh., described from Yucatán (Guzmán, 1975), is excluded because its type specimen deposited in FH was examined by one of the authors (R. Medel), who verified that this taxon does not belong to the genus *Agaricus*. It very likely belongs to a *Leucocoprinus* species.

Agaricus quinquepartitus L., recorded from Michoacán and *A. umbelliferus* L. (as *A. umbellifer* Scop.) recorded from México City (Pérez-Silva *et al.*, 2011b), are also excluded because according to the myco-

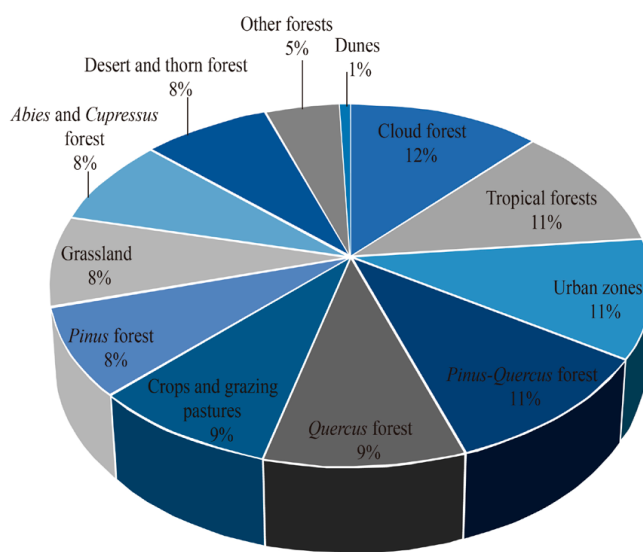


FIGURE 3. Distribution of *Agaricus* species by type of vegetations in Mexico.

logical literature they were combined as *Tricholoma quinquepartitus* L. (Gillet) and *Lichenomphalia umbellifera* (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys respectively.

Invalidly published names

The name *Agaricus combonicus* Manzi from Jalisco (Manzi, 1978), was invalidly published because no Latin description or diagnosis was provided (Art. 39.1 of the ICN). *Agaricus hortensis* (J.E. Lange) Pilát (as *A. hortensis* (Cooke) Pilát) from Puebla (Martínez Carrera et al., 2001), is a later isonym of *A. hortensis* (J.E. Lange) Imai without nomenclatural status (Art. 6.3, Note 2). *Agaricus* aff. *dennisii* of Quintana Roo (Chay-Casanova and Medel, 2000) is a provisional name, the final identification of which is still unknown.

B.- Doubtful names

Agaricus lividonitidus F.H. Møller, *A. pratensis* Scop., *A. robustissimus* (Panizzi) Heinem. (mentioned as *A. robustissimus* Panizzi) and *A. semotus* Fr. are doubtful names (Parra, 2013), but we carried them in the catalogue because they are not invalidly published. These four names should not be used because from their original descriptions it is not possible to get an accurate identification. An extreme case is *A. robustissimus*, its original description only included a short sentence with measurements from the pileus, lamellae and stipe and no illustration was provided. However, the specimens assigned to these names, if extant, should be carefully studied to determine, if possible, their identity.

C.- Synonymy

See Table 1, last column.

TABLE 1. *Agaricus* species cited in Mexico until July 2019

VALID NAME	USES	AVAILABLE INFORMATION	VOUCHER	VEGETATION TYPE	STATES	REFERENCES
<i>Agaricus altipes</i> (F.H. Møller) F.H. Møller	E	D	-	11	10, 14	16 [as <i>A. aestivalis</i>], 69
<i>A. campestris</i> L. : Fr.	E	D, I, K	+	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 22, 24, 25, 26, 28	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 32, 34, 36, 39, 40, 42, 44, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 61, 63, 64, 65, 67, 69, 71, 76, 79, 85* [as <i>Psalliota campestris</i>], 90, 96, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 112, 114, 115, 121, 122
Agaricus [subg. Agaricus] sect. Agaricus						
<i>A. langei</i> (F.H. Møller) F.H. Møller	E	D, I, K	+	11, 13, 17	2, 10, 11	5, 23, 35 [all as <i>A. fuscofibrillosus</i>]
<i>A. lividonitidus</i> F.H. Møller	-	-	-	-	21	69
<i>A. porphyrocephalus</i> F.H. Møller	-	-	+	11	12	51, 53 [as <i>A. porphyreus</i>], 69, 105
<i>A. porosporus</i> Heinem.	-	-	-	-	20	69
<i>A. solidipes</i> Peck	E*	-	+	11	5, 22	58, 69, 93

continued Tabla 1.

	VALID NAME	USES	AVAILABLE INFORMATION	VOUCHER	VEGETATION TYPE	STATES	REFERENCES
A. [subg. Flavoagaricus] sect. Arvenses	<i>A. abruptibulbus</i> Peck	E	D, I, K	-	-	12, 18	51, 62, 63, 67, 110
	<i>A. albolutescens</i> Zeller	-	D, I	-	-	25	67
	<i>A. arvensis</i> Schaeff.	E	D, I, K	+	3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 18	2, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 18, 19, 22, 25, 26	3, 23, 39, 40, 44, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 69 [as <i>A. nivescens</i>], 70, 73 [as <i>A. nivescens</i>], 76, 90, 93, 105, 109*, 121, 122
	<i>A. augustus</i> Fr.	E	D, I, K	+	1, 2, 3, 5, 10, 11, 13	4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 24, 25, 26	13, 16, 18, 20, 23, 25, 27, 37, 40, 41, 44, 50, 54, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 90, 95, 100, 119, 120, 122
	<i>A. bambusigenus</i> Berk. & M. A. Curtis	-	-	-	-	17	109*
	<i>A. crocodilinus</i> Murrill	-	-	-	1, 13	6, 19	69, 122
	<i>A. essettei</i> Bon	E	D, I, K	+	11, 16	10, 13, 22	16, 35, 93
	<i>A. osecanus</i> Pilát	E	D, I	+	18	18	67, 69, 110, 115
	<i>A. subrufescens</i> Peck	E, M*	D, I, MD	+	3	6, 8, 18, 26	67, 69, 110, 116
	<i>A. sylvicola</i> (Vittad.) Lév.	E	D, I, K	+	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18	1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 23, 26	2, 3, 4, 9, 23, 35, 44, 50, 51, 52, 54, 58*, 59, 60, 61, 64, 66, 70, 76, 79, 82, 99, 100, 101, 107, 114, 121
A. [subg. Minores] sect. Minores	<i>A. trinitatis</i> Baker & Dale	-	-	-	-	20, 27	14, 46, 69
	<i>A. aridicola</i> Geml, Geyser & Royse ex Mateos, J. Morales, J. Muñoz, Rey & Tovar	-	D, I	+	4	2, 3, 5, 22	19 [as <i>Gyrophragmium dunali</i>], 80, 89 [as <i>G. dunali</i>], 91 [as <i>G. dunali</i>]
	<i>A. comtulus</i> Fr.	E	D, I, K	+	3, 10, 18	10, 26	35, 70
	<i>A. purpurellus</i> (F.H. Møller) F.H. Møller	E*	-	-	-	20	14, 69
	<i>A. brunneolus</i> (J.E. Lange) Pilát	-	D, I, K	+	3, 11	6, 10, 11	35 [as <i>A. xantholepis</i>], 113 [as <i>A. purpurascens</i>]
	<i>A. semotus</i> Fr.	E, NE	D, I, K	+	3, 16	8, 10, 14, 26	35, 70
A. [subg. Minoriopsis] sect. Minoriopsis	<i>A. singeri</i> Heinem.	E*	-	-	-	20	14, 69
	<i>A. globocystidiatus</i> Drewinski & M. A. Neves	-	MD	+	3	26	15
	<i>A. guzmanii</i> Linda J. Chen & G. Mata	-	MD	+(H)	3	26	15

continued Tabla 1.

	VALID NAME	USES	AVAILABLE INFORMATION	VOUCHER	VEGETATION TYPE	STATES	REFERENCES
A. [subg. Pseudochitonina] sect. Bivelares	<i>A. bisporus</i> (J.E. Lange) Imbach	E	D, I, MD	+	5, 6, 8, 18	1, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 18, 23, 25, 26	51, 53, 61, 62 [as <i>A. bispora</i>], 63 [as <i>A. bispora</i>], 67 [as " <i>A. hortensis</i> "], 68, 69, 83 [as <i>A. brunnes-cens</i>], 100, 110 [as " <i>A. hortensis</i> "], 122
	<i>A. bitorquis</i> (Quél.) Sacc.	E	D, I, K	+	5, 7, 8, 9, 13, 18	2, 6, 11, 12, 14, 18	5, 23, 37, 40 [as <i>A. rodmanii</i>], 44, 51, 67, 69, 110, 122
	<i>A. subperonatus</i> (J.E. Lange) Sing.	E	D, I, K	+	5, 8, 9, 11, 18	6, 8, 10, 12	35, 44, 51, 53, 69, 122
	<i>A. tlaxcalensis</i> Callac & Mata	-	D, I, MD	+	6	25	56*, 69
A. [subg. Pseudochitonina] sect. Chitonioides	<i>A. bernardi</i> Quél.	E*	-	+	18	6	90 [as <i>A. bernardii</i>]
	<i>A. pearsonii</i> Bon & Boisselet	-	-	-	-	26	24 [as <i>A. volvatus</i> Pers.]
A. [subg. Pseudochitonina] sect. Hondenses	<i>A. phaeolepidotus</i> (F.H. Møller) F.H. Møller	NE	D, I, K	+	3, 10, 16	8, 10, 14, 26	35, 70
A. [subg. Pseudochitonina] sect. Sanguinolenti	<i>A. benesii</i> (Pilát) Pilát	E, NE	D, I, K	+	3, 10, 11, 13	8, 10, 14	16 [as <i>A. maiusculus</i>], 35 [as <i>A. squamulifer</i>], 69
	<i>A. benzodorus</i> Heinem. & Goos.-Font.	-	-	-	-	20	14, 45, 69
	<i>A. sylvaticus</i> Schaeff.	E, NE	D, I, K	+	1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26	5, 9, 12, 17, 18, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 31, 35, 38, 41, 44, 50, 51, 52, 54, 55, 58*, 59, 60, 64, 66, 69, 70, 81, 82, 86, 87, 91, 98, 102, 107, 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122
	<i>A. californicus</i> Peck	-	D, MD	-	6, 13	2, 25, 26	5, 57*, 69
A. [subg. Pseudochitonina] sect. Xanthodermatei	<i>A. endoxanthus</i> Berk. & Broome	NE*	-	-	-	20	14, 69
	<i>A. iodoformicus</i> Speg.	-	-	-	-	12	51
	<i>A. moelleri</i> Wasser	E, NE	D, I, K	+	3, 8, 10, 13, 16	6, 8, 10, 13, 14, 17, 25, 26	4 [as <i>A. meleagris</i>], 16 [as <i>A. praeclaresquamosus</i>], 33, 35 [as <i>A. praeclaresquamosus</i>], 69, 90 [as <i>A. meleagris</i>]
	<i>A. placomyces</i> Peck	E, NE	D, I, K	+	1, 3, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17	6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 28	1, 11, 17, 18, 20, 23, 27, 38, 40, 41, 44, 49, 51, 52, 53, 54, 59, 60, 61, 64, 69, 88, 90, 99, 105, 113, 115, 121, 122
	<i>A. tephrolepidus</i> L. A. Parra, C. Billete, Angelini, G. Mata & Callac	-	D, I, MD	+	3	26	84*
	<i>A. tollocanensis</i> Callac & Mata	-	D, I, MD	+(H)	6, 18	8, 25	8*, 69

continued Tabla 1.

	VALID NAME	USES	AVAILABLE INFORMATION	VOUCHER	VEGETATION TYPE	STATES	REFERENCES
	<i>A. volvatulus</i> Heinem. & Goos.-Font.	-	D, I	+	3	26	6, 11, 69
A. [subg. Pseudochitonina] sect.							5, 14, 21, 25, 27, 35 [as <i>A. xanthoderma</i>], 40, 44, 51, 53, 55 [as <i>A. xanthoderma</i>], 62 [as <i>A. xanthoderma</i>], 63, 64, 69, 70, 90, 92 [as <i>A. xanthoderma</i>], 93, 94, 97, 105, 106, 108, 111, 122
Xanthodermatei	<i>A. xanthodermus</i> Genev.	M*, NE	D, I, K	+	3, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 16, 17, 18	2, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 18, 20, 22, 24, 26	
	<i>A. impudicus</i> (Rea) Pilát	E	D, I, K	+	3, 10, 13	4, 7, 8, 10, 13, 26	17, 35, 51
A. [subg. Spissicaules] sect. Subrutilescentes	<i>A. subrutilescens</i> (Kauffman) Hotson & Stuntz	E	D, I	+	3, 10, 11	6, 8, 13, 14, 26	54, 64, 69, 70
	<i>A. variegans</i> (F.H. Møller) Pilát	E*	-	+	16	12	53 [as <i>A. variegatus</i>]
	<i>A. deserticola</i> Moreno, Esqueda y Lizárraga	-	D, I	+	7, 8, 13, 15, 18	2, 5, 22	5 [as <i>A. texensis</i>], 74 [as <i>A. texensis</i>], 75, 80 [as <i>A. texensis</i>]
	<i>A. martinezianus</i> Heinem.	E	D, I, K	+	8, 16, 17	12	44, 47, 51, 53 [all as <i>A. volvatus</i> A. T. Martínez]
Incertae sedis	<i>A. pratensis</i> Scop.	-	D	-	-	14	43, 78
	<i>A. robustissimus</i> (Panizzi) Heinem.	-	D, I	-	-	18	67
	<i>A. xuchilensis</i> Murrill	-	D	-	18	26	43, 77

Uses: E = edible; M = medicinal; NE = not edible.

Available information: K = with key; D = with description; MD = with molecular data; I: with illustration or photograph.

Voucher: + = yes; +(H) = Holotype in herbarium. - = no data

States: 1. Aguascalientes, 2. Baja California, 3. Baja California Sur, 4. Chiapas, 5. Chihuahua, 6. Ciudad de México, 7. Durango, 8. Estado de México, 9. Guanajuato, 10. Guerrero, 11. Hidalgo, 12. Jalisco, 13. Michoacán, 14. Morelos, 15. Nayarit, 16. Nuevo León, 17. Oaxaca, 18. Puebla, 19. Querétaro, 20. Quintana Roo, 21. San Luis Potosí, 22. Sonora, 23. Tabasco, 24. Tamaulipas, 25. Tlaxcala, 26. Veracruz, 27. Yucatán, 28. Zacatecas; - = no location.

Vegetation type: 1: *Abies* forests; 2: *Alnus* forests; 3: Cloud forest; 4: Coastal dunes; 5: Crops; 6: *Cupressus*; 7: Desert; 8: Grassland; 9: Grazing pastures; 10: *Pinus* forests; 11: *Pinus-Quercus* forests; 12: *Prunus*; 13: *Quercus* forests; 14: *Salix*; 15: Thorn forests; 16: Tropical deciduous forests; 17: Tropical evergreen forests; 18: Urban zones; - = no data.References: 1. Acosta & Guzmán, 1984. 2. Aroche *et al.*, 1984. 3. Ayala & Guzmán, 1984. 4. Ayala & Ochoa, 1998. 5. Ayala *et al.*, 2015. 6. Bandala & Montoya, 1993. 7. Burrola *et al.*, 2012. 8. Callac & Mata, 2004. 9. Capello-García & Hernández-Trejo, 1990. 10. Chacón & Guzmán, 1984. 11. Chacón & Guzmán, 1997. 12. Chanona *et al.*, 2007. 13. Chávez-León *et al.*, 2009. 14. Chay-Casanova & Medel, 2000. 15. Chen *et al.*, 2019. 16. Cifuentes *et al.*, 1993. 17. Cifuentes *et al.*, 1990. 18. Díaz-Barriga, 1992. 19. Esqueda *et al.*, 2012. 20. Estrada-Martínez *et al.*, 2009. 21. Estrada-Torres & Aroche, 1987. 22. Fierros & Guzmán-Dávalos, 1997. 23. Frutis & Guzmán, 1983. 24. Frutis & Pinzón-Picaseño, 1997. 25. Gándara *et al.*, 2014. 26. García *et al.*, 2014. 27. García-Jiménez & Valenzuela, 2005. 28. Garibay-Orijel, 2009. 29. Garibay-Orijel *et al.*, 2006. 30. Garza, 1986. 31. Garza *et al.*, 1985. 32. Gispert *et al.*, 1984. 33. Gómez-Reyes, 2017. 34. González, 1982. 35. Gutiérrez-Ruiz & Cifuentes, 1990. 36. Guzmán, 1958. 37. Guzmán, 1961. 38. Guzmán, 1966. 39. Guzmán, 1969. 40. Guzmán, 1970. 41. Guzmán, 1972a. 42. Guzmán, 1972b. 43. Guzmán, 1975. 44. Guzmán, 1977. 45. Guzmán, 1983. 46. Guzmán, 1986. 47. Guzmán & García-Saucedo, 1973. 48. Guzmán & Johnson, 1974. 49. Guzmán & Vela-Gálvez, 1960. 50. Guzmán & Villarreal, 1984. 51. Guzmán-Dávalos & Fragoza, 1995. 52. Guzmán-Dávalos & Guzmán, 1979. 53. Guzmán-Dávalos *et al.*, 1983. 54. Herrera & Guzmán, 1961. 55. Herrera *et al.*, 2006. 56. Kerrigan *et al.*, 2008. 57. Kerrigan *et al.*, 2005. 58. Laferrière & Gilbertson, 1992. 59. Landeros *et al.*, 2006. 60. León & Guzmán, 1980. 61. López *et al.*, 1985. 62. Manzi, 1976. 63. Manzi, 1978. 64. Mapes *et al.*, 1981. 65. Martín del Campo, 1968. 66. Martínez-Alfaro *et al.*, 1983. 67. Martínez-Carrera *et al.*, 2001. 68. Mata *et al.*, 2016. 69. Mata *et al.*, 2011. 70. Medel *et al.*, 2015. 71. Montoya *et al.*, 2004. 72. Montoya *et al.*, 2014. 73. Mora & Guzmán, 1983. 74. Moreno *et al.*, 2007. 75. Moreno *et al.*, 2010. 76. Moreno-Fuentes *et al.*, 1994. 77. Murrill, 1918. 78. Murrill, 1918. 79. Nava-Mora & Valenzuela, 1997. 80. Ochoa & Moreno, 2006. 81. Padilla-Velarde *et al.*, 2016. 82. Pardavé-Díaz, 1993. 83. Pardavé-Díaz *et al.*, 2012. 84. Parra *et al.*, 2018. 85. Patouillard & Harriot, 1896. 86. Pérez-Moreno & Villarreal, 1988. 87. Pérez-Moreno & Villarreal, 1989. 88. Pérez-Silva, 1959. 89. Pérez-Silva & Aguirre-Acosta, 1986a. 90. Pérez-Silva & Aguirre-Acosta, 1986b. 91. Pérez-Silva & León de la Luz, 1997. 92. Pérez-Silva *et al.*, 2008. 93. Pérez-Silva *et al.*, 2006. 94. Pérez-Silva *et al.*, 1970. 95. Pérez-Silva *et al.*, 2011a. 96. Pérez-Silva *et al.*, 2011b. 97. Pérez-Silva *et al.*, 1992. 98. Portugal *et al.*, 1985. 99. Quintos *et al.*, 1984. 100. Quiñones-Martínez & Garza-Ocaña, 2015. 101. Reygadas *et al.*, 1995. 102. Robles-Porras *et al.*, 2006. 103. Rodríguez *et al.*, 2002. 104. Rodríguez *et al.*, 2000. 105. Rodríguez *et al.*, 2010. 106. Rodríguez-Alcántar *et al.*, 2018. 107. Rodríguez-Scherzer & Guzmán-Dávalos, 1984. 108. Salvador-Vázquez & Guzmán-Dávalos, 1988. 109. Singer, 1957. 110. Sobal *et al.*, 2007. 111. Téllez-Bañuelos *et al.*, 1988. 112. Terriquez *et al.*, 2017. 113. Valenzuela *et al.*, 2004. 114. Varela & Cifuentes, 1979. 115. Vázquez-Mendoza & Valenzuela-Garza, 2010. 116. Velázquez-Narváez *et al.*, 2018. 117. Villarreal, 1987. 118. Villarreal & Guzmán, 1985. 119. Villarreal & Guzmán, 1986a. 120. Villarreal & Guzmán, 1986b. 121. Welden & Guzmán, 1978. 122. Zarco, 1986.

*Data from foreign literature

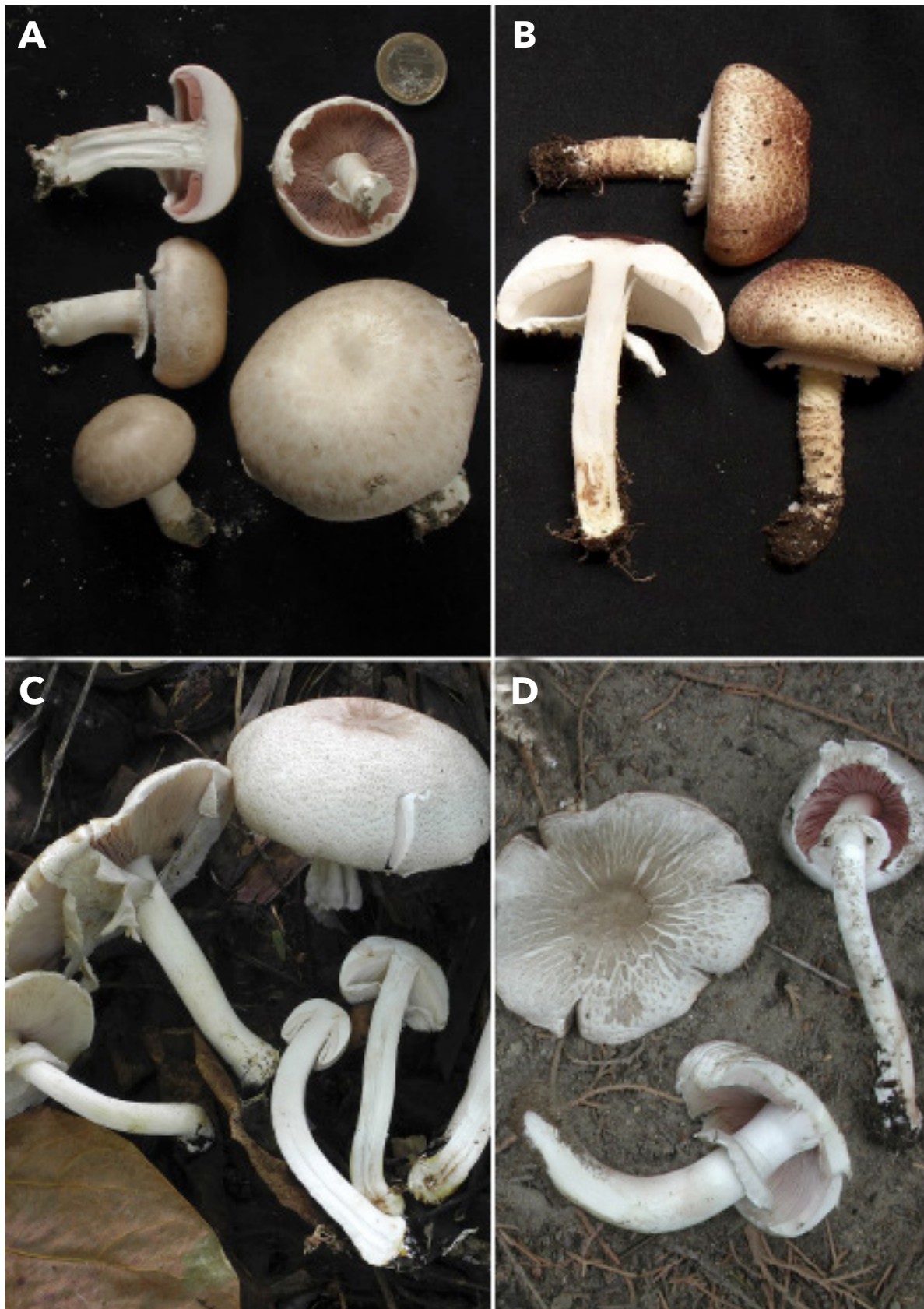


Figure 4. Published species of *Agaricus* with an available and reliable ITS sequence from material collected in Mexico. A: *Agaricus bisporus* (IE623, cultivated from the wild specimen Mata 641). B: *A. globocystidiatus* (Mata 816). C: *A. subrufescens* (JBSD123801 from Dominican Republic). D: *A. californicus* (Mata 638). Photos: A, D: P. Callac; B: G. Mata; C: C. Angelini.



Figure 5. Species of *Agaricus* described as new taxa from material collected in Mexico. A: *Agaricus tlaxcalensis* (Gándara 377). B: *A. tollucanensis* (Mata 682). C: *A. guzmanii* (LD201811). D: *A. tephrolepidus* (JBSD123822 from Dominican Republic). For *A. xuchilensis* no images are known. Photos: A: G. Mata; B: P. Callac; C: L. J. Chen; D: C. Angelini.

D.- Corrected epithets

The epithet *bernardii* was corrected to *bernardi*, its original spelling (Parra, 2013: 1130, 1136), as it is correct according to the Art. 60, Rec. 60C.2.

The original epithet in *A. martineziensis* Heinem. (a new name for the illegitimate *A. volvatus* A.T. Martínez)

was corrected to *A. martinezianus* Heinem. in accordance with Art. 60.8(c) and its example 19.

The epithet in *A. xanthoderma* (a name used in some works) was corrected to *xanthodermus*, its original spelling (Parra, 2013: 162, 180), as it is correct according to the Art. 23.1 and 23.5.

Key to Agaricus L. subgenera and sections known to Mexico¹

- 1.- Schaeffer's reaction in unspoiled areas, immediately and strongly positive, odour of the pileus margin when rubbed, strongly of the anise or bitter almonds 2
 - 1.- Schaeffer's reaction in unspoiled areas negative, odour hardly distinctive, mushroomy, like phenol, of *Lepiota cristata* or *Scleroderma*, fishy, rarely of anise or bitter almonds 4
- 2.- Lower surface of the annulus constituted by cylindrical hyphae and inflated elements with rounded ends. Annulus double, thick, with cottony scales on the lower surface. Cheilocystidia catenulate A. [subg. *Flavescentes*] sect. *Arvenses*
 - 2.- Lower surface of the annulus constituted only by cylindrical hyphae. Annulus double or simple. Cheilocystidia simple or septate at the base. 3
- 3.- Annulus double, thick, with cottony scales on the lower surface A. [subg. *Minoriopsis*] sect. *Minoriopsis*
 - 3.- Annulus simple, thin, smooth on the lower surface A. [subg. *Minores*] sect. *Minores*
- 4.- Odour of *Lepiota cristata* or *Scleroderma*, KOH reaction positive pale olive yellow or negative on pileus surface, context when cut unchanging or slightly rufescent in the stipe cortex, never turning strongly red A. [subg. *Spissicaules*] sect. *Subrutiliscentes*
 - 4.- Odour not so, KOH reaction positive yellow or negative on pileus surface, context sometimes turning strongly red 5
- 5.- Odour indistinct or mushroomy, inferous annulus absent, if strongly reddening cheilocystidia simple (neither catenulate nor septate at the base), pyriform, globose to sphaeropedunculate with width often equal to, or bigger than half their length, KOH reaction on pileus surface negative A. [subg. *Agaricus*] sect. *Agaricus*
 - 5.- With other combination of characters (A. subg. *Pseudochitonina*). 6
- 6.- KOH reaction on pileus surface positive bright yellow 7
 - 6.- KOH reaction on pileus surface negative 8
- 7.- Stipe base when rubbed discolouring pale to bright yellow and with an intense odour of phenol, if unchanging and lacking phenol odour cheilocystidia clavate 6-12 µm in width A. [subg. *Pseudochitonina*] sect. *Xanthodermatei*
 - 7.- Stipe base when rubbed unchanging or hardly yellow and faint odor of phenol, cheilocystidia pyriform, globose or sphaeropedunculate 8-35 µm in width (only *A. phaeolepidotus* recorded from Mexico). A. [subg. *Pseudochitonina*] sect. *Hondenses*²
 - 8.- Alpha naphthol negative on the whole context. Superous annulus absent and inferous annulus present. A. [subg. *Pseudochitonina*] sect. *Chitonoides*
 - 8.- Alpha naphthol positive at least on the extreme base stipe context 9
 - 9.- Inferous annulus (annuli) present or absent. When absent the superous annulus is thin and smooth on its underside, taxa possess glabrous stipe, strong red context discolouration and mushroomy odor A. [subg. *Pseudochitonina*] sect. *Bivelares*
 - 9.- Inferous annulus absent. Superous annulus thick with fibrillose to squamose lower surface, if thin and smooth in the lower surface with anise-like or almond odour A. [subg. *Pseudochitonina*] sect. *Sanguinolenti*

¹ The taxa belonging to each subgeneric or sectional rank included in the key can be consulted in the Table 1.

² A. sect. *Xanthodermatei* and A. sect. *Hondenses* can only be differentiated by molecular characters but, since *A. phaeolepidotus* is the only species of A. sect. *Hondenses* recorded from México, species in both sections can be distinguished through morphological characters.

DISCUSSION

Although Mexico possesses $\approx 10\%$ of the worldwide diversity, the recently discovered neotropical clades suggest a greater diversity (Callac and Chen, 2017). In countries with similar vegetation types such as the Dominican Republic and the United States have been recently described several species (Parra *et al.*, 2018; Kerrigan, 2016). However, in Mexico much work remains to be done. Since the last update (Mata *et al.*, 2011), only *A. guzmanii* and *A. tephrolepidus* were described as new species from the country (Parra *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2019).

It is expected that Veracruz state presents a high diversity since it has subtropical and tropical vegetation (Zhao *et al.*, 2011; Medel *et al.*, 2018) and it is the most widely studied state in the country.

The distribution of species with secotioid forms (i.e. *Agaricus aridicola* and *A. deserticola*) in northern states could imply their presence in states with similar environmental conditions such as Nuevo León or Tamaulipas.

In Mexico, documented information on this genus has been scarce, since a large part of the available records of the species is from lists lacking descriptions, photographs or reference to herbarium material. Few studies provide keys for the identification of Mexican species (e.g. Guzmán, 1970), and traditionally, their identification was based on European keys. Moreover, no key was found for the subgeneric and sectional ranks and for this reason we have included it in this work.

The best-known area of the country is the central region, while Campeche, Coahuila, Colima, Guanajuato, San Luis Potosí and Sinaloa states show no records of *Agaricus* species. Tropical and subtropical areas have been scarcely studied to date (Medel *et al.*, 2018). Therefore, efforts to know the real diversity of the genus in Mexico should be made to obtain more information on those underexplored areas.

The richest section in the country is *A. sect. Arvenses*, which comprises edible and medicinal species, e.g. *A. arvensis* (Pérez-Silva *et al.*, 2006). Thus, it is crucial to go on studying the wild species in terms of cultivation and its secondary metabolites in order to exploit any possible medicinal use. Inconsistencies with respect to some species' edibility (i.e. *A. semotus*, *A. benesii*, *A. sylvaticus*, *A. moelleri* and *A. placomyces*), might be

the result of a poor taxonomic identification. However, there have been cases of toxic species (*A. xanthoder-mus*) that can also be eaten by some people (Kerrigan *et al.*, 2005).

Since advances in molecular studies concerning *Agaricus* species in Mexico have been made in recent years (Callac and Mata, 2004; Kerrigan *et al.*, 2008; Mata *et al.*, 2016; Velázquez-Narváez *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2019), it can be predicted that taxonomic novelties will be published as a result of a methodical study of the wild species in Mexico, some of which could be from neotropical sections within *A. subg. Minoriopsis*.

It is recommended that taxonomic studies should include molecular data from now on, since only 15 % of the cited species have been published with DNA sequences. So far, only analyses with ITS have been carried out to identify *Agaricus* species in Mexico, having proved sufficient to distinguish among them.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author thanks the CONACyT for the scholarship granted for his master's studies. To DGI-UV for the scholarship granted as Research Assistant. Special thanks to P. Callac; G. Mata and C. Angelini for the loan of the photos that illustrate this work. To Juan Lara Carmona XAL Herbarium (INECOL, A.C) for his support in the search of *Agaricus* materials.

REFERENCES

- Acosta, S., G. Guzmán, 1984. Los hongos conocidos en el Estado de Zacatecas (México). Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 19: 125-158.
- Aroche, R., J. Cifuentes, F. Lorea, P. Fuentes, J. Bonavides, H. Galicia, O. Aguilar, V. Valenzuela, 1984. Macromicetos tóxicos y comestibles de una región comunal del Valle de México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 19: 291-318.
- Ayala, N., G. Guzmán, 1984. Los hongos de la Península de Baja California, I. Las especies conocidas. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 19: 73-91.
- Ayala, N., C. Ochoa, 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali.
- Ayala, N., I. Soria, L. Romero, M. López, R. Rico, A. Portillo, 2015. Los hongos Agaricales de las áreas de encino del estado de Baja California, México. Estudios en Biodiversidad 19: 215-226.
- Bandala, V.M., L. Montoya, 1993. Nuevos registros de hongos del estado de Veracruz, V. Nuevos Aphylophorales y Agaricales. Revista Mexicana de Micología 9: 85-118.
- Burrola-Aguilar, C., O. Montiel, R. Garibay-Orijel, L. Zizumbo-Villareal, 2012. Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. Revista Mexicana de Micología 35: 1-15.

- Callac, P., G. Mata, 2004. *Agaricus tollocanensis*, une nouvelle espèce de la section *Xanthodermatei* trouvée au Mexique. Documents mycologiques 33: 31-35.
- Cappello-García, S., H. Hernández-Trejo, 1990. Lista preliminar de los hongos (macromicetos) y myxomicetes de Tabasco, México. Universidad y Ciencia 7: 15-21.
- Chacón, S., G. Guzmán, 1984. Nuevas observaciones sobre los hongos, líquenes y mixomicetos de Chiapas. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 19: 245-252.
- Chacón, S., G. Guzmán, 1997. Observaciones ecológicas y biogeográficas sobre los hongos del Jardín Botánico y del Parque Ecológico de Xalapa, Veracruz, México. Cryptogamie Mycologie 18: 333-348.
- Chanona-Gómez, F., R. Andrade-Gallegos, J. Castellanos-Albores, J. Sánchez, 2007. Macromicetos del Parque Educativo Laguna Beligica, municipio de Ocozacoautla de Espinosa, Chiapas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 369-381.
- Chávez-León, G., V. Gómez-Reyes, M. Gómez-Peralta, 2009. Riqueza de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. Revista Ciencia Forestal en México 34: 73-97.
- Chay-Casanova, J., R. Medel, 2000. Hongos citados para el jardín botánico y áreas adyacentes. In: Sánchez-Sánchez, O., G.A. Islebe (eds.), El Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín, fundamento y estudios particulares. CONABIO-ECOSUR, San Cristóbal de las Casas. Pp. 115-121.
- Chen, J., P. Callac, C. Llerena-Hernández, G. Mata, 2019. Two species of *Agaricus* subg. *Minoriopsis* from Mexico. Phytotaxa 404: 98-101.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, 1993. Hongos Macroscópicos. In: I. Luna-Vega, J. Llorente-Bousquets (eds.), Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. CONABIO-UNAM, Ciudad de México. Pp. 59-126.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, M. Bulnes, V. Corona, M.R. González, I. Jiménez, A. Pompa, G. Vargas, 1990. Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de Los Azufres, Michoacán. Revista Mexicana de Micología 6: 133-149.
- Díaz-Barriga, H., 1992. Hongos comestibles y venenosos de la Cuenca del Lago Pátzcuaro, Michoacán. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, Morelia.
- Esqueda, M., A. Gutiérrez, M. Coronado, M. Lizárraga, T. Raymundo, R. Valenzuela, 2012. Distribución de algunos hongos gasteroides (Agaricomycetes) en la planicie central del Desierto Sonorense. Revista Mexicana de Micología 36: 1-8.
- Estrada-Martínez, E., G. Guzmán, D. Cibrián-Tovar, R. Ortega-Paczka, 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). Inter ciencia 34: 25-33.
- Estrada-Torres, E., R. Aroche, 1987. Acervo etnomicológico en tres localidades del municipio de Acambay, Estado de México. Revista Mexicana de Micología 3: 109-131.
- Fierros, M., L. Guzmán-Dávalos, 1997. Inventario preliminar de los hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara 3: 129-143.
- Frutis, I., G. Guzmán, 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del Estado de Hidalgo. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 18: 219-265.
- Frutis, I., L.M. Pinzón-Piscaseño, 1997. Macromicetos. In: González-Soriano, E., R. Dirzo, E. Vogt (eds.), Historia Natural de Los Tuxtlas. UNAM, Ciudad de México. Pp. 202-207.
- Gándara, E., L. Guzmán-Dávalos, G. Guzmán, O. Rodríguez, 2014. Inventario micológico de la región de Tapalpa, Jalisco, México. Acta Botánica Mexicana 107: 167-185.
- García, J., R. Valenzuela, T. Raymundo, L. García, G. Guevara, F. Garza, E. Cázares, E. Ruiz, 2014. Macrohongos asociados a encinares (*Quercus* spp.) en algunas localidades del Estado de Tamaulipas, México. In: Correa Sandoval, A., V. Horta Vega, J. García Jiménez, L. Barrientos Lozano (eds.), Biodiversidad Tamaulipeca vol. 2, número 1. Tamaulipas: Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Ciudad Victoria. Pp. 103-140.
- García-Jiménez, J., R. Valenzuela, 2005. Hongos macromicetos. In: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo, R. Dirzo (eds.), Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Pp. 321-337.
- Garibay-Orijel, R., 2009. Los nombres zapotecos de los hongos. Revista Mexicana de Micología 30: 43-61.
- Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada-Torres, J. Caballero, 2006. People using macrofungal diversity in Oaxaca, Mexico. Fungal Diversity 21: 41-67.
- Garza, F., 1986. Hongos ectomicorrícicos en el estado de Nuevo León. Revista Mexicana de Micología 2: 197-205.
- Garza, F., J. García, J. Castillo, 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del estado de Nuevo León. Revista Mexicana de Micología 1: 423-437.
- Gispert, M., O. Nava, O., J. Cifuentes, 1984. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos en dos comunidades de la Sierra del Ajusco. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 19: 253-273.
- Gómez-Reyes, V.M., 2017. Los macromicetos. In: Gómez-Peralta, M., V. Gómez-Reyes (eds.), Guía ilustrada de la Estación Biológica Vasco de Quiroga: macrolíquenes y macromicetos del bosque mesófilo de montaña. Coordinación de la Investigación Científica, Morelia. Pp. 93-163.
- González, J., 1982. Notas sobre la etnomicología náhuatl. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 17: 181-186.
- Gutiérrez-Ruiz, J., J. Cifuentes, 1990. Contribución al conocimiento del género *Agaricus* subgénero *Agaricus* en México, I. Revista Mexicana de Micología 6: 151-177.
- Guzmán, G., 1958. Notas sobre algunos hongos superiores del Valle de México. Yoliliztli 1: 6-12.
- Guzmán, G., 1961. Notas sobre algunas especies de agaricáceos no citadas en México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 10: 23-38.
- Guzmán, G., 1966. Hongos (macromicetos) comunes en la ruta Amecameca-Tlaxmacas (Volcán Popocatepetl), México. In: Guía de las Excursiones del Tercer Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, Ciudad de México. Pp. 13-18.

- Guzmán, G., 1969. Identificación de algunos hongos mexicanos. *Bios* 2: 10-20.
- Guzmán, G., 1970. Nuevas claves para identificar algunos macromicetos mexicanos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, Ciudad de México.
- Guzmán, G., 1972a. Algunos macromicetos, líquenes y mixomicetos importantes en la zona del volcán Popocatepetl (Amecameca-Tlamacas, Méx.). In: Guías Botánicas de Excursiones en México. I Congreso Latinoamericano y V Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, Ciudad de México. Pp. 17-36.
- Guzmán, G., 1972b. Macromicetos mexicanos en el herbario The National Fungus Collections de E.U.A. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 32: 31-55.
- Guzmán, G., 1975. Hongos mexicanos (macromicetos) en los herbarios del extranjero, III. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 9: 85-102.
- Guzmán, G., 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos alucinantes y destructores de la madera. Limusa, Ciudad de México.
- Guzmán, G., 1983. Los Hongos de la Península de Yucatán. II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biotica* 8: 71-100.
- Guzmán, G., 1986. Distribución de los hongos en la región del Caribe y zonas vecinas. *Cadalsia* 15: 71-75.
- Guzmán, G., D. García-Saucedo, 1973. Macromicetos del estado de Jalisco, I: Consideraciones generales y distribución de las especies conocidas. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 129-142.
- Guzmán, G., P. Johnson, 1974. Registros y especies nuevas de los hongos de Palenque, Chiapas. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 8: 73-105.
- Guzmán, G., L. Vela-Gálvez, 1960. Contribución al conocimiento de la vegetación del suroeste del Estado de Zacatecas (República Mexicana). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 25: 46-61.
- Guzmán, G., L. Villarreal, 1984. Estudios sobre los hongos, líquenes y myxomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I: Introducción a la Mico-flora de la región. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 107-124.
- Guzmán-Dávalos, L., G. Fragoza, 1995. Los hongos registrados del Estado de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 9: 11-23.
- Guzmán-Dávalos, L., G. Guzmán, 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 89-126.
- Guzmán-Dávalos, L., G. Nieves, G. Guzmán, 1983. Hongos del Estado de Jalisco, II. Especímenes depositados en el Herbario ENCB, 1a Parte. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 165-181.
- Herrera, T., G. Guzmán, 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México* 32: 33-135.
- Herrera, T., E. Pérez-Silva, V. Valenzuela, 2006. Nueva contribución al conocimiento de los macromicetos de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D. F., México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 51-57.
- Kerrigan, R., P. Callac, L.A. Parra, 2008. New and rare taxa in *Agaricus* section *Bivelares* (*Duploannulati*). *Mycologia* 100: 876-892.
- Kerrigan, R., P. Callac, J. Guinberteau, M. Challen, L.A. Parra, 2005. *Agaricus* section *Xanthodermatei*: a phylogenetic reconstruction with commentary on taxa. *Mycologia* 97: 1292-1315.
- Laferrière, J., R. Gilbertson, 1992. Fungi of Nabogame, Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon* 44: 73-78.
- Landeros, F., J. Castillo, G. Guzmán, G., J. Cifuentes, 2006. Los hongos (macromicetos) conocidos en el Cerro el Zamorano (Querétaro-Guanajuato), México. *Revista Mexicana de Micología* 22: 25-31.
- León, G., G. Guzmán, 1980. Las especies de hongos micorrízicos conocidas en la región de Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 14: 27-38.
- López, L., V.M. Mora, E. Montiel, G. Guzmán, 1985. Nuevos registros de los Agaricales del Estado de Morelos. *Revista Mexicana de Micología* 1: 269-284.
- Manzi, J., 1976. Hongos. Combonianas, Guadalajara.
- Manzi, J., 1978. Contribución al conocimiento de los macromicetos del área central del Estado de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 8: 15-72.
- Mapes, C., G. Guzmán, J. Caballero, 1981. Etnomicología Purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán. SEP, Ciudad de México.
- Martín Del Campo, R., 1968. Contribución al conocimiento de la nomenclatura micológica náhuatl. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Micología* 2: 25-36.
- Martínez-Alfaro, M.A., E. Pérez-Silva, E. Aguirre-Acosta, 1983. Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 51-63.
- Martínez-Carrera, D., M. Bonilla, W. Martínez, M. Sobal, A. Aguilar, E. Peciller-González, 2001. Characterisation and cultivation of wild *Agaricus* species from Mexico. *Micología Aplicada Internacional* 13: 1-24.
- Mata, G., R. Medel, P. Callac, C. Billete, R. Garibay-Orijel, 2016. Primer registro de *Agaricus bisporus* (Basidiomycota, Agaricaceae) silvestre en Tlaxcala y Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 10-17.
- Mata, G., R. Medel, D. Salmones, 2011. Preliminary survey of the diversity of the genus *Agaricus* in Mexico. In: Savoie, J.M., M. Foulongne-Oriol, M. Largeteau, G. Barroso (eds.), *Proceedings of the 7th international conference on mushroom biology and mushroom products*, vol 1. Pp: 134-139.
- Medel, R., E. Palestina-Villa, G. Mata, 2015. El género *Agaricus* (Agaricales, Agaricaceae) en Veracruz: nuevos registros. *Revista Mexicana de Micología* 42: 53-63.
- Medel, R., E. Palestina-Villa, G. Mata, L.A. Parra Sánchez, 2018. An overview of tropical and subtropical species of *Agaricus* in Mexico. In: Sánchez, J.E., G. Mata, D.J. Royle (eds.), *Updates on Tropical Mushrooms. Basic and Applied Research. ECOSUR, Tapachula*. Pp. 38-47.
- Montoya, A., A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes, J. Caballero, 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17: 115-143.

- Montoya, A., A. Kong, R. Garibay-Orijel, C. Méndez-Espinoza, R. Tu-
lloss, A. Estrada-Torres, 2014. Availability of wild edible fungi in La
Malinche National Park, Mexico. *Journal of Mycology* 2014: 1-15.
- Mora, V., G. Guzmán, 1983. Agaricales poco conocidos en el Estado
de Morelos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18:
115-139.
- Moreno, G., M. Esqueda, E. Pérez-Silva, T. Herrera, A. Altés, 2007.
Some interesting gasteroid and secotioid fungi from Sonora,
Mexico. *Persoonia* 19: 265-280.
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda, M. Coronado, 2010. Con-
tribution to the study of gasteroid and secotioid fungi of Chi-
huahua, Mexico. *Mycotaxon* 112: 291-315.
- Moreno-Fuentes, A., E. Aguirre-Acosta, M. Villegas, J. Cifuentes,
1994. Estudio fungístico de los macromicetos en el municipio
de Bocoyna, Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Micología*
10: 63-76.
- Murrill, W., 1918. Agaricaceae of tropical North America. *Mycologia*
10: 62-85.
- Murrill, W., 1922. Dark spored agarics III. *Agaricus*. *Mycologia* 14:
200-221.
- Nava-Mora, R., R. Valenzuela-Garza, 1997. Los macromicetos de la
Sierra de Nanchitla, I. *Polibotánica* 5: 21-36.
- Ochoa, C., G. Moreno, 2006. Hongos gasteroides y secotioides de
Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Micológica de
Madrid* 30: 121-166.
- Padilla-Velarde, E., G. Zarco-Velazco, L. Guzmán-Dávalos, R. Cue-
vas-Guzmán, 2016. Primera contribución al conocimiento de ma-
cromicetos de la vertiente norte del cerro El Cívil, en la costa sur
de Jalisco. *Acta Botánica Mexicana* 114: 137-167.
- Pardavé-Díaz, M., 1993. Macromicetos de Sierra Fría. *Investigación
y Ciencia* 10: 24-29.
- Pardavé-Díaz, M., L. Flores-Paradavé, V. Ruiz-Esparza, R. Castañe-
da-Romo, 2012. Los Agaricales del estado de Aguascalientes.
Investigación y Ciencia 54: 3-11.
- Parra, L.A., 2008. *Agaricus* L. *Allopsalliota* Nauta & Bas. *Fungi Euro-
paei* 1, Edizioni Candusso, Alassio.
- Parra, L.A., 2013. *Agaricus* L. *Allopsalliota* Nauta & Bas. *Fungi Euro-
paei* 1A, Candusso Edizioni s.a.s., Alassio.
- Parra, L.A., C. Angelini, B. Ortiz-Santana, G. Mata, C. Billete, C. Rojo,
J. Chen, P. Callac, P., 2018. The genus *Agaricus* in the Caribbean.
Nine new taxa mostly based on collections from the Dominican
Republic. *Phytotaxa* 345: 219-271.
- Patouillard, N., P. Harriot, 1896. Liste des champignons recoltés en
Basse-Californie par M. Diguët. *Journal of Botany* 10: 250-251.
- Pérez-Moreno, J., L. Villarreal, 1988. Los hongos y myxomicetes del
estado de Chiapas, México, estado actual de conocimiento y
nuevos registros. *Micología Neotropical Aplicada* 1: 97-133.
- Pérez-Moreno, J., L. Villarreal, 1989. Los hongos comestibles silves-
tres de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Apli-
cada* 2: 77-114.
- Pérez-Silva, E., 1959. Acción microbiana de algunos antibióticos ex-
traídos de hongos superiores. *Boletín de la Sociedad Mexicana
de Micología* 24: 1-13.
- Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta, 1986a. Flora micológica del esta-
do de Chihuahua, México I. *Anales del Instituto de Biología de la
Universidad Nacional Autónoma de México* 57: 17-32.
- Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta, 1986b. Macromicetos de zonas
urbanas de México, I. Área metropolitana. *Revista Mexicana de
Micología* 2: 187-195.
- Pérez-Silva, E., J.L. León De La Luz, 1997. Macromycetes of Baja Ca-
lifornia Sur, Mexico. *Mycotaxon* 63: 395-417.
- Pérez-Silva, E., M. Esqueda, T. Herrera, 2008. Macromicetos tóxicos
de Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 28: 81-88.
- Pérez-Silva, E., M. Esqueda, T. Herrera, M. Coronado, 2006. Nuevos
registros de Agaricales de Sonora, México. *Revista Mexicana de
Biodiversidad* 77: 23-33.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, G. Guzmán, 1970. Introducción al estudio
de los macromicetos tóxicos de México. *Boletín de la Sociedad
Mexicana de Micología* 4: 49-53.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, A. Ocampo-López, 2011a. Nuevos regis-
tros de macromicetos para el municipio de Temascaltepec, Esta-
do de México. *Revista Mexicana de Micología* 34: 23-30.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, A. Ocampo-López, 2011b. Registro de
hongos recolectados por Sessé y Mociño durante la Primera Ex-
pedición Botánica a la Nueva España, México. *Revista Mexicana
de Micología* 33: 63-65.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera-Suárez, R. Valenzuela, 1992. Hongos
(macromicetos) de la Península de Yucatán. In: Navarro, D., E.
Suárez-Morales (eds.), *Diversidad biológica en la Reserva de la
Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México* vol. II. CIQRO,
Chetumal. Pp. 13-22.
- Portugal, D., E. Montiel, L. López, V.M. Mora, 1985. Contribución
al conocimiento de los hongos que crecen en la región de El
Texcal, Estado de Morelos. *Revista Mexicana de Micología* 1:
401-412.
- Quintos, M., L. Varela, M. Valdés, 1984. Contribución al estudio de
los macromicetos, principalmente los ectomicorrícicos en el Es-
tado de Durango (México). *Boletín de la Sociedad Mexicana de
Micología* 19: 283-290.
- Quiñonez-Martínez, M., F. Garza-Ocaña, 2015. Hongos silvestres
comestibles de la Sierra Tarahumara de Chihuahua. *Universidad
Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad de México*.
- Reygadas, F., M. Zamora-Martínez, J. Cifuentes, 1995. Conocimiento
sobre los hongos silvestres comestibles en las comunidades de
Ajusco y Topilejo, D. F. *Revista Mexicana de Micología* 11: 85-
108.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Co-
misión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,
Ciudad de México.
- Robles-Porras, L., M. Ishiki, R. Valenzuela, 2006. Inventario preliminar
de los macromicetos en Los Altos de Chiapas, México. *Polibo-
tánica* 21: 89-101.
- Rodríguez, O., M. Cedano, L. Villaseñor-Ibarra, A. Arias, 2002. Guía
ilustrada de los hongos del Bosque La Primavera. *Universidad de
Guadalajara, México*.
- Rodríguez, O., L. Guzmán-Dávalos, I. Álvarez, L. Villaseñor, 2000.
Hongos. In: Vázquez, J.A., J.J. Reynoso, Y. Vargas, H. Frías (eds.),
*Jalisco-Costa Norte: Patrimonio ecológico, cultural y productivo
de México*. Instituto de Botánica y Unidad Multimedia, CUCBA,
Guadalajara. Pp. 315.
- Rodríguez, O., M. Herrera-Fonseca, M. Sánchez-Jácome, I. Álvarez,
R. Valenzuela, J. García, L. Guzmán-Dávalos, 2010. Catálogo de

- la micobiota del bosque La Primavera, Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 32: 29-40.
- Rodríguez-Alcántar, O., D. Figueroa-García, M. Herrera-Fonseca, 2018. Catálogo de los hongos del Volcán de Tequila, Municipio de Tequila, Jalisco, México. *Polibotánica* 45: 15-33.
- Rodríguez-Scherzer, G., L. Guzmán-Dávalos, 1984. Los hongos (macromicetos) de las Reservas de la Biosfera de La Michilia y Mapimí, Durango. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 159-168.
- Salvador-Vázquez, L., L. Guzmán-Dávalos, 1988. Algunas especies de hongos de la barranca de Huentitán, estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 4: 75-88.
- Singer, R., 1957. *Fungi mexicaní, serie prima, Agaricales*. Sydowia 11: 353-374.
- Sobal, M., P. Morales, M. Bonilla, G. Huerta, D. Martínez-Carrera, 2007. El Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados. In: Sánchez J.E., D. Martínez-Carrera, G. Mata, H. Leal (eds.), *El cultivo de setas Pleurotus spp. en México*. ECOSUR-CONACYT, Ciudad de México. Pp. 112-143.
- Téllez-Bañuelos, C., L. Guzmán-Dávalos, G. Guzmán, 1988. Contribución al conocimiento de los hongos de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Revista Mexicana de Micología* 4: 123-130.
- Terriquez, K., M. Herrera-Fonseca, O. Rodríguez, 2017. Contribución al conocimiento de la micobiota del cerro Punta Grande, Mezcala, municipio de Poncitlán, Jalisco, México. *Scientia Fungorum* 45: 53-66.
- Turland, N.J., J.H. Wiersema, F.R. Barrie, W. Greuter, D.L. Hawksworth, P.S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T.W. May, J. McNeill, A.M. Monro, J. Prado, M.J. Price, G.F. Smith (eds.), 2018. International Code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile* 159. Koeltz Botanical Books, Glashütten.
- Valenzuela, V., T. Herrera, E. Pérez-Silva, 2004. Contribución al conocimiento de los macromicetos de la Reserva Ecológica del Pedregal San Ángel, D. F., México. *Revista Mexicana de Micología* 18: 61-68.
- Varela, L., J. Cifuentes, 1979. Distribución de algunos macromicetos en el norte del estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 75-88.
- Vázquez-Mendoza, S., R. Valenzuela-Garza, 2010. Macromicetos de la Sierra Norte del estado de Puebla, México. *Naturaleza y Desarrollo* 8: 46-61.
- Velázquez-Narváez, A., R. Medel, G. Mata, A. Espinosa de los Monteros, 2018. *Agaricus subrufescens* en México: un recurso forestal no maderable, comestible, medicinal y potencialmente cultivable. *Madera y Bosques* 24: 1-33.
- Villarreal, L., 1987. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte IV). *Revista Mexicana de Micología* 3: 265-282.
- Villarreal, L., G. Guzmán, 1985. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte I). *Revista Mexicana de Micología* 1: 51-90.
- Villarreal, L., G. Guzmán, 1986a. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México. II. *Biotica* 11: 271-280.
- Villarreal, L., G. Guzmán, 1986b. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte III). *Revista Mexicana de Micología* 2: 259-277.
- Welden, A., G. Guzmán, 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados Veracruz y Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 59-102.
- Zarco, J., 1986. Estudio de la distribución ecológica de los hongos (principalmente macromicetos) en el Valle de México, basado en los especímenes depositados en el herbario ENCB. *Revista Mexicana de Micología* 2: 41-72.
- Zhao, R.L., J.L. Zhou, J. Chen, S. Margaritescu, S. Sánchez-Ramírez, K.D. Hyde, P. Callac, L.A. Parra, G.J. Li, J.M. Moncalvo, 2016. Towards standardizing taxonomic ranks using divergence times - a case study for reconstruction of the *Agaricus* taxonomic system. *Fungal Diversity* 78: 239-298.