



## ***Morchella exuberans* Clowez, Hugh Sm. & S. Sm., una especie pirófila poco conocida en España**

(1) **JAVIER MARCOS MARTÍNEZ**

Email: [javimarcosm@gmail.com](mailto:javimarcosm@gmail.com)

(2) **JOSUÉ SAIZ-PÉREZ**

Email: [josue.saizperez@uclm.es](mailto:josue.saizperez@uclm.es)

(3) **GUILHERMINA MARQUES**

Email: [gmarques@utad.pt](mailto:gmarques@utad.pt)

(4) **JOSÉ ÁNGEL MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

Email: [josenatur@gmail.com](mailto:josenatur@gmail.com)

**Resumen:** MARCOS-MARTÍNEZ, J., SAIZ-PÉREZ, J., MARQUES, G. & J.A. MARTÍNEZ-MARTÍNEZ (2021). *Morchella exuberans* Clowez, Hugh Sm. & S. Sm., una especie pirófila poco frecuente en España.

Se estudian los ejemplares de dos recolectas de *Morchella exuberans* encontrada en la provincia de Cuenca (España), confirmandose su presencia en España. La descripción de los ejemplares se acompaña de fotografías macroscópicas e ilustraciones microscópicas de todas las características principales de la especie. Además, se aportan datos ecológicos y corológicos y se compara con especies próximas. Se confirma la determinación mediante análisis molecular.

**Palabras clave:** *Ascomycotina*, *Morchella exuberans*, Cuenca, España.

**Abstract:** MARCOS-MARTÍNEZ, J., SAIZ-PÉREZ, J., MARQUES, G. & J.A. MARTÍNEZ-MARTÍNEZ (2021). *Morchella exuberans* Clowez, Hugh Sm. & S. Sm., a pyrophilic species infrequent in Spain.

The specimens from two collections of *Morchella exuberans* of the province of Cuenca (Spain) are studied, confirming its presence in Spain. The description of the specimens is accompanied by macroscopic photographs and microscopic illustrations of all the main characteristics of the species. Furthermore, corological and ecological data are presented and are compared with similars species. The determination is confirmed with molecular analysis.

**Keywords:** *Ascomycotina*, *Morchella exuberans*, Cuenca, Spain.

## INTRODUCCIÓN

---

Las especies del género *Morchella* Dill. ex Pers.: Fr. (PERSOON, 1794) durante muchísimo tiempo han sido objeto de estudio y controversia por numerosos micólogos (PERSOON, 1801, FRIES, 1822; KROMBHOLZ, 1854, BOUDIER, 1897; JACQUETANT, 1984; JACQUETANT & BON, 1895), siendo clarificado con nuevos estudios mediante análisis moleculares (TAŞKIN & col., 2010, 2012, 2016; O'DONNELL & col., 2011; DU & col., 2012, 2019; CLOWEZ, 2012; KUO & col., 2012; RICHARD & col., 2015; CLOWEZ & col., 2014; 2015, VOITK & col., 2015, LOIZIDES & col., 2015, 2016; BARONI & col., 2018; PETRZELOVA & SOCHOR, 2019; WEHOLT & col., 2020; CLOWEZ & col., 2020), recogido magistralmente en la gran monografía del género *Morchella* publicada el año pasado por los micólogos P. Clowez y P.A. Moreau (CLOWEZ & MOREAU, 2020).

A nivel europeo solo se conocen de momento 38 especies de *Morchella* (algunas todavía sin nombre científico), pero en España se han confirmado 27 especies (71 % del total de especies europeas conocidas), siendo de momento el país europeo con mayor biodiversidad de especies del género. Una de estas 27 especies que se han confirmado es *Morchella exuberans*, especie pirófila estricta citada previamente en la provincia de Cuenca sin material de herbario en GARCÍA-CARDO & GARCÍA-CARDO (2019), confirmándose su presencia en este artículo en la provincia de Cuenca y en el estado español.

## MATERIAL Y METODOS

---

### Métodos generales:

La descripción macroscópica de las principales características del píleo, de las costillas, de los alveolos, del himenio, del estípite, de la carne y de los caracteres organolépticos está basada en las observaciones in vivo complementadas por fotografías realizadas por Javier Marcos con la cámara fotográfica Panasonic Lumix DC-TZ57 de diversos ejemplares en diferentes estadios de desarrollo. Al mismo tiempo ha anotado la altitud, las coordenadas UTM, el número de ejemplares y la ecología.

En cambio, para la descripción microscópica se han tomado las medidas en fresco con un microscopio óptico Nikon Model SL a 40x, 100x, 400x y 1000 aumentos, con el objetivo de observar las principales estructuras como las ascosporas, las ascas, las paráfisis, las acroparáfisis y las pirámides. Con todos estos datos obtenidos se ha realizado un dibujo en escala de cada una de las estructuras. Las muestras se conservan en el herbario personal de Javier Marcos (JMM).

### Métodos filogenéticos:

Para confirmar la especie con una de las accesiones de la especie se ha realizado la extracción de ADN y la amplificación por PCR de la región ITS del ADN ribosómico, utilizando los cebadores ITS1 e ITS4 (WHITE & col., 1990) en el CITAB-UTAD (Vila Real, Portugal). La secuenciación fue llevada a cabo por STAB Vida (Portugal) y posteriormente la secuencia obtenida fue depositada en GenBank.

El análisis filogenético fue realizado utilizando 41 secuencias (ITS rDNA) disponibles en GenBank mediante el método Neighbor-Joining (SAITO & NEI, 1987), obteniendo su reconstrucción óptima. Complementariamente, se procedió a un contraste *bootstrap* (FALSENSTEIN, 1985) de 10000 réplicas para evaluar su robustez. Para su

simplificación visual, se computó el árbol óptimo obtenido colapsando las ramas con un porcentaje de réplica inferior al 50%. Las distancias evolutivas fueron calculadas mediante el algoritmo *p-distance*. Todos los análisis fueron realizados mediante el software MEGA X (NEI & KUMAR, 2000; KUMAR & col., 2018).

| Especie               | Herbario     | Origen    | GenBank  | Referencia                   |
|-----------------------|--------------|-----------|----------|------------------------------|
| <i>M. elata</i>       | GMM2075      | Portugal  | MN462954 | Este estudio                 |
| <i>M. elata</i>       | IP101        | R. Checa  | MH982707 | PETRZELOVA & col. (2019)     |
| <i>M. elata</i>       | JMM0011      | España    | MN462952 | MARCOS-MARTÍNEZ & col., 2021 |
| <i>M. elata</i>       | JMM0028      | España    | MN462953 | MARCOS-MARTÍNEZ & col., 2021 |
| <i>M. elata</i>       | O-F-255589   | Noruega   | MK629382 | WEHOLT & col., 2019          |
| <i>M. elata</i>       | PhC20        | Francia   | KM587969 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. elata</i>       | PhC111       | España    | KM587932 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. elata</i>       | PhC156       | Francia   | KM587957 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | ALV3211      | Chipre    | KU865014 | LOIZIDES & col., 2016        |
| <i>M. eximia</i>      | FR0140       | Francia   | KM587982 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC17        | Canadá    | KM587963 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC24        | España    | KM587976 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC41        | Canadá    | KM587986 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC170       | Francia   | KM588002 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC200       | Australia | KM587970 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC253       | EE.UU.    | KM587978 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. eximia</i>      | PhC254       | EE.UU.    | KM587979 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. exuberans</i>   | ALV3210      | Chipre    | KM865013 | LOIZIDES & col., 2016        |
| <i>M. exuberans</i>   | F620167      | Suecia    | KM587918 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. exuberans</i>   | OF255597     | Noruega   | MK629402 | WEHOLT & col., 2019          |
| <i>M. exuberans</i>   | M131         | EE.UU.    | JQ723047 | DU & col., 2012              |
| <i>M. exuberans</i>   | JLF3850      | EE.UU.    | MH198760 | No publicado                 |
| <i>M. exuberans</i>   | JMM0012      | España    | MN462951 | Este estudio                 |
| <i>M. oweri</i>       | FCNU1025     | China     | MK321846 | DU & col., 2019              |
| <i>M. oweri</i>       | FCNU1026     | China     | MK321847 | DU & col., 2019              |
| <i>M. oweri</i>       | HMAS57629(S) | China     | MK629436 | WEHOLT & col., 2019          |
| <i>M. oweri</i>       | MOTU118      | Alemania  | HG936957 | MOLL & col., 2016            |
| <i>M. oweri</i>       | O-F-255583   | Noruega   | MK629382 | WEHOLT & col., 2019          |
| <i>M. oweri</i>       | IP46         | R. Checa  | MH982739 | PETRZELOVA & col. (2019)     |
| <i>M. oweri</i>       | IP355        | R. Checa  | MH982732 | PETRZELOVA & col. (2019)     |
| <i>M. oweri</i>       | VK16         | R. Checa  | MH982770 | PETRZELOVA & col. (2019)     |
| <i>M. oweri</i>       | 21J1M        | Alemania  | AJ544196 | KELLNER & col., 2007         |
| <i>M. rufobrunnea</i> | JMM0004      | España    | MW307350 | MARCOS-MARTÍNEZ & col., 2021 |
| <i>M. rufobrunnea</i> | JMM0040      | España    | MW307351 | MARCOS-MARTÍNEZ & col., 2021 |
| <i>M. sextelata</i>   | HKAS62872    | China     | JQ321877 | DU & col., 2012              |
| <i>M. sextelata</i>   | HL1          | China     | KX809732 | No publicado                 |
| <i>M. sextelata</i>   | HL5          | China     | KX809733 | No publicado                 |
| <i>M. sextelata</i>   | M88          | China.    | JQ723039 | KUO & col., 2011             |
| <i>M. sextelata</i>   | PhC50        | EE.UU.    | KM587991 | RICHARD & col., 2015         |
| <i>M. sextelata</i>   | QL-Y30       | China     | MH468777 | No publicado                 |
| <i>M. sextelata</i>   | QL-Y31       | China     | MH468778 | No publicado                 |

**Fig. 1: Listado de secuencias depositadas en GenBank utilizadas en este estudio. Tabla: J. Marcos**

## TAXONOMÍA

---

***Morchella exuberans* Clowez, Hugh Sm & S. Sm, in Clowez, Bull. Soc. Mycol. Fr. 126 (3-4) 330 (2012) [2010]**

= *Morchella capitata* M. Kuo & M.C. Carter in Kuo et al., *Mycologia* 104 (5): 1171 (2012)

### MATERIAL ESTUDIADO:

**ESPAÑA:** Cuenca, Villalparado, pr. Ermita de la Virgen de Consolación, UTM 30S 622 4366, alt. 610-670 m, 50-55 ejemplares sobre bosque quemado de *Pinus halepensis* del año anterior, 6-V-2018, leg. J.M. Plaza & J. Marcos, det. J. Marcos, conf. G. Marques, herbario JMM0012; Cuenca, Gabaldón, pr. El Entredicho, UTM 30S 600 4374, alt. 850-900 m, 25-30 ejemplares sobre quemado de *Pinus pinaster* de hace dos años, 29-III-2021, leg. J.A. Martínez & J. Marcos, det. J. Marcos, herbario JMM0091.

### DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

**Píleo** de tamaño grande, de 4-8 x 3-8 cm, hueco, subgloboso, piramidal o trapezoidal, con el ápice generalmente obtuso. Superficie interna furfurácea.

**Costillas** primarias longitudinales numerosas, muy densas, sinuosas, muy bifurcadas, bastante anchas, pruinoso-granulosas, generalmente concoloras a los alveolos, que se erosionan y ennegrecen con la edad. Costillas secundarias transversales muy numerosas y sinuosas.

**Alveolos** primarios alargados y bastante irregulares, alineados verticalmente, de fondo plano poco visible en estadios juveniles. Alveolos secundarios transversales muy numerosos (de hasta 10 alveolos secundarios por alveolo primario), sinuosos, bastante desordenadas, a menudo incompletos en forma de apéndices abortados.

**Himeno** inicialmente pardo grisáceo, luego pardo oliváceo.

**Estípite** de 2-5 x 2-4 cm, cavernoso, muy ancho, bastante corto (de 1/3 a 1/5 de la longitud total del píleo), subcilíndrico, plisado, ensanchado en la base, fuertemente granuloso-furfurácea. inicialmente de color blanquecino que rápidamente se vuelve pardo ocráceo, manchado de gris ceniza en la senectud.

**Valécula** bastante evidente, blanquecina u ocrácea, bastante furfurácea.

**Carne** gruesa, elástica, blanquecina, grisácea hacia el exterior. Olor ligeramente espermático. Sabor agradable.

### DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:

**Ascosporas** de 20-30 x 13-17  $\mu\text{m}$ ,  $Q_m = 1,55$ , lisas, elipsoidales, hialinas, con paredes delgadas.

**Ascas** de 250-320 x 15-25  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, octosporadas, uniseriadas, no amiloides, con el ápice fuertemente ampuláceo

**Paráfisis** de 100-280 x 5-15  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, fasciculadas en grupos, a veces bifurcadas en la base, poco septadas en la base (2-3 septos), el artículo terminal más largo que los demás con el ápice generalmente redondeado.

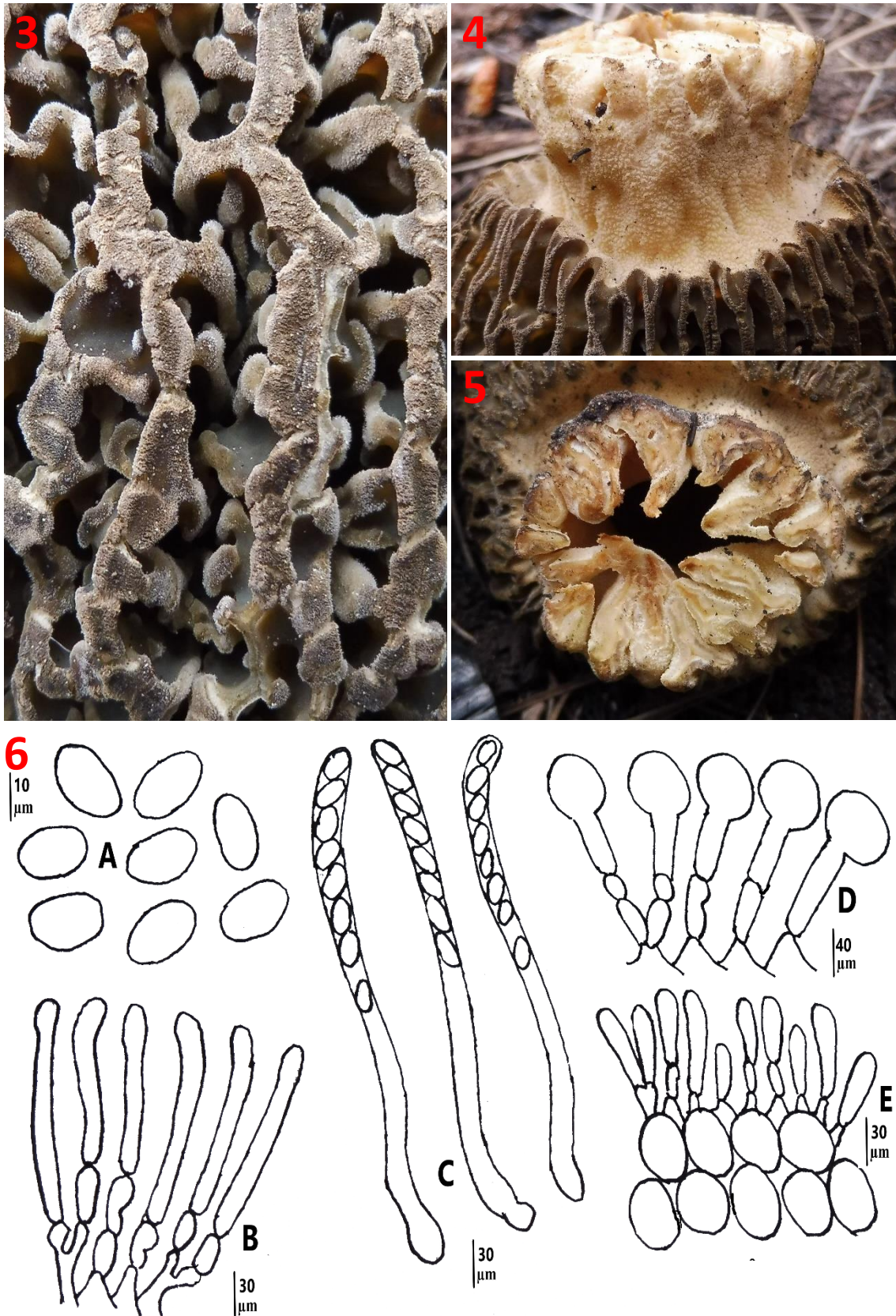
**Acroparáfisis** de 75-200 x 10-40  $\mu\text{m}$ , generalmente capitadas, poco septadas (0-3 septos), el artículo terminal con el ápice ampuláceo.

**Pirámides** compuestas por un epitelio de esferocistos generalmente subglobosos de 40-60 x 30-50  $\mu\text{m}$ , del que emergen una empalizada de pelos subcilíndricos de 25-110 x 8-20  $\mu\text{m}$ , bastante densos y numerosos, poco septados (de 0 a 3 septos).









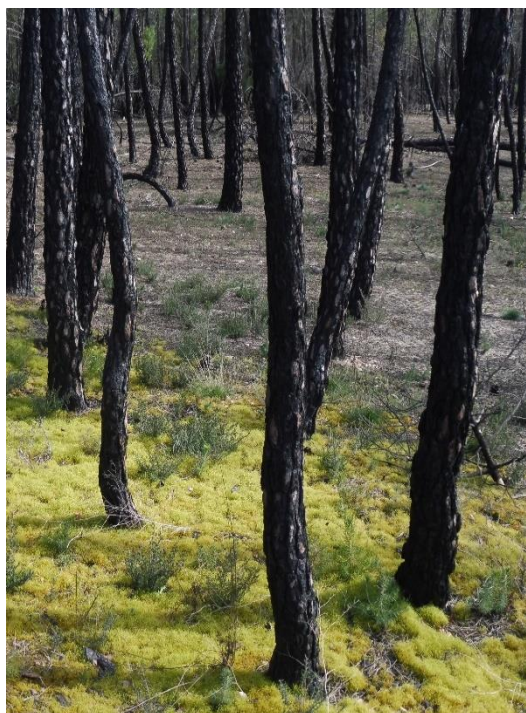
**Fig. 2: *Morchella exuberans*. 1) Ejemplares adultos. Herbario JMM0091. 2) Ejemplares adultos. 3) Costillas. 4,5) Estípite y valécula en diferentes ángulos. Herbario JMM0012. Fotografías: J. Marcos. 6) Microscopía. A) Ascosporas. B) Paráfisis. C) Ascas. D) Acroparáfisis. E) Pirámides. Ilustraciones: J. Marcos.**

## ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Es una especie transcontinental de naturaleza saprófita y pirófila estricta, de fructificación solitaria o en pequeños grupos cespitosos unidos por los pies, generalmente durante la primavera (aunque hay una cita en septiembre en Suecia en RICHARD & col., 2015) en bosques quemados el año anterior (más raro dos años anteriores) de diferentes especies de coníferas de la familia *Pinaceae*.

Se ha encontrado presente únicamente en el hemisferio norte en Norteamérica (EE.UU.), de Asia (China) y en Europa (Chipre, España, Grecia, Noruega, Rusia, Suecia, Turquía) (TASKIN & col., 2011; LOIZIDES & col., 2016; LOIZIDES, 2017; MILLER & col., 2017; DU & col., 2019; WEHOLT & col., 2019; GARCIA-CARDO & GARCÍA-CARDO, 2019; CLOWEZ & MOREAU, 2020; GBIF, 2021). En España se ha encontrado generalmente en bosques quemados de *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*, con preferencia por suelos de naturaleza ácida o descalcificados. Se tiene

constancia de su presencia en las provincias de Albacete (MUÑOZ, 2018; *com. pers.* E.J. Salvador, S. Marín, S. Martínez, A. Vázquez), Ávila (*com. pers.* M. Cascales, L. Iglesias), Barcelona (*com. pers.* V. Pombo), Cuenca (*com. pers.* J. Mora, L. López, J. Ormad), Teruel (*com. pers.* J. Castillo), Vizcaya (*com. pers.* J. Fernández) y Zaragoza (*com. pers.* M. Lavilla).



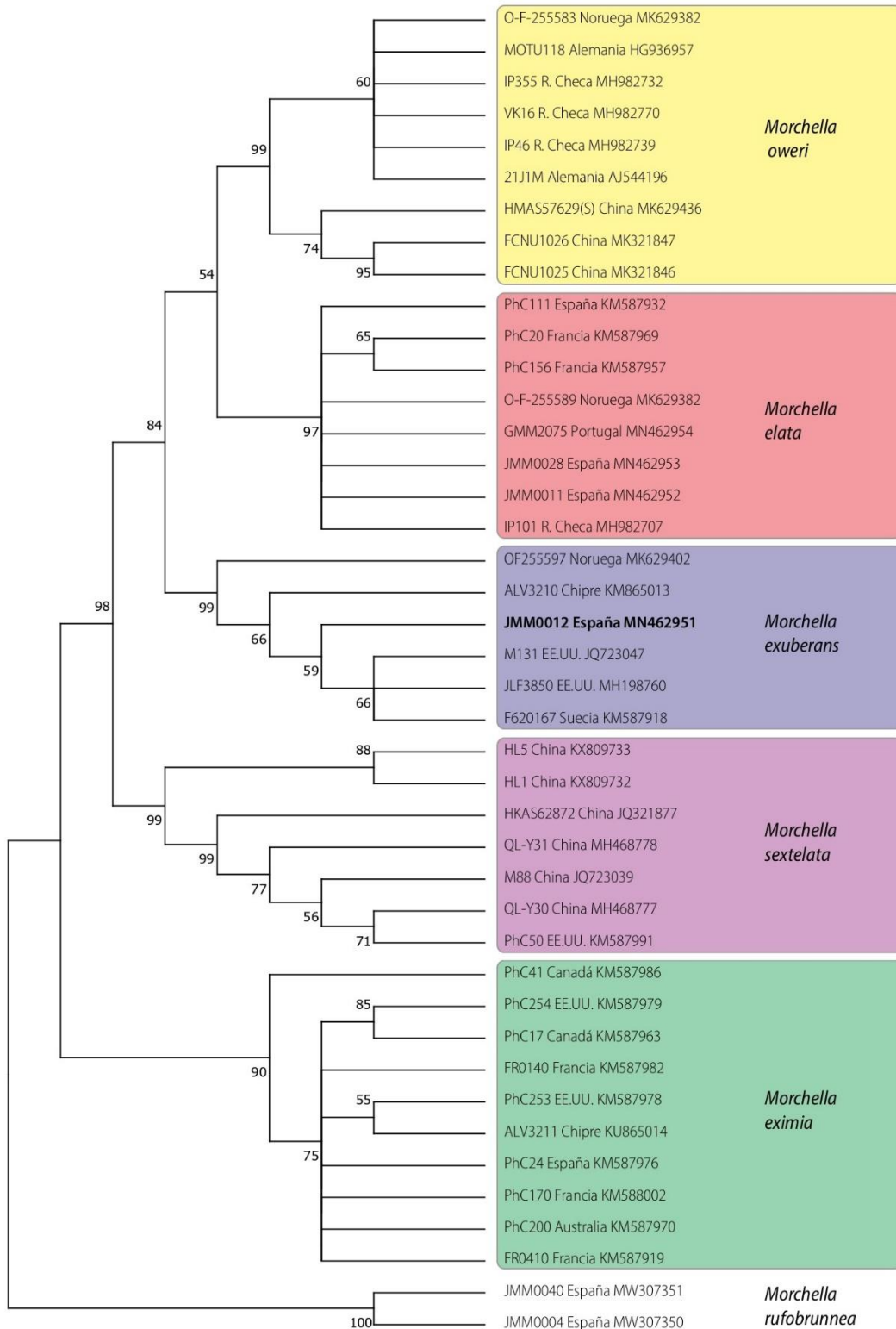
**Fig. 3. Fotografía in situ en bosque quemado de *Pinus pinaster* tapizado con *Funaria hygrometrica* en Gabaldón. Fotografía: J. Marcos**



**Fig. 4: Distribución mundial aproximada de *Morchella exuberans*. Crédito J. Marcos**



## ANÁLISIS FILOGENÉTICO



**Fig. 5:** Árbol filogenético óptimo de la región ITS del rDNA obtenido mediante Neighbour-Joining. Sobre las ramas se muestran aquellos valores cuyo porcentaje de réplica ha sido superior al 50% en el análisis *bootstrap*. Crédito: J. Saiz.



## RESULTADOS

*M. exuberans* es una especie perteneciente a la Sección *Distantes* englobada en la Subsección *Semicarneosa* concretamente en la Serie *Elata*, descrita originalmente como Mel-9 con los estudios filogenéticos de O'DONNELL & col., 2011, y posteriormente descrita prácticamente simultáneamente con dos nombres diferentes a partir de recolectas norteamericanas, con una diferencia de unas semanas. En primer lugar, fue descrita como *Morchella exuberans* por Philippe Clowez y sus colaboradores Hugh Smith y Sandi Smith en el año 2012, con material tipo procedente de un bosque quemado de *Calocedrus* sp. y *Pinus* sp. del estado de California en EE.UU. (CLOWEZ & col., 2012). Posteriormente, unas semanas después fue descrita como *Morchella capitata* por Michael Kuo y sus colaboradores utilizando como material tipo unas muestras procedentes de un bosque quemado de coníferas en el estado de Oregón en EE.UU. (KUO & col., 2012).

Se caracteriza por su píleo generalmente subgloboso, trapezoidal y piramidal, numerosos alveolos secundarios irregulares e incompletos, el pie muy corto y plisado, el himenio de color oliváceo en estadios adultos, sus acroparáfisis fuertemente capitadas y su ecología en bosques quemados de pináceas. Se puede confundir con otras especies de naturaleza saprófita de la subsección *Semicarneosa* como *Morchella elata* Fr.: Fr., *Morchella eximia* Boud., *Morchella oweri* X.H. Du y *Morchella sextelata* M. Kuo.

|   | <i>M. exuberans</i>                 | <i>M. elata</i>     | <i>M. eximia</i>            | <i>M. oweri</i>     | <i>M. sextelata</i> |
|---|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Morfología del píleo</b>   | Subgloboso, piramidal o trapezoidal | Cónico o subgloboso | Oblongo, conico o acuminado | Ovoide o elipsoidal | Cónico o acuminado  |
| <b>Erosión de las costillas</b>                                       | Sí                                  | Sí                  | No                          | Sí                  | Si                  |
| <b>Enrojecimiento de las costillas en estadios juveniles</b>          | No                                  | Rara vez            | Sí                          | No                  | No                  |
| <b>Ennegrecimiento de las costillas</b>                               | Sí                                  | Sí                  | Sí                          | Sí                  | Sí                  |
| <b>Apéndices abortados</b>  | Si                                  | No                  | No                          | Si                  | No                  |
| <b>Himeno verde oliváceo en estadios adultos</b>                      | Si                                  | Sí                  | No                          | Si                  | No                  |
| <b>Relación de la longitud del estípite con la longitud del pileo</b> | 1/3 a 1/5                           | 1/2 a 1/3           | 1/2 a 1/3                   | 1/2 a 1/3           | 1/2 a 1/3           |
| <b>Estípite ennegreciente</b>   | Sí                                  | No                  | No                          | No                  | No                  |
| <b>Medidas de las ascosporas (µm)</b>                                 | 20-30 x 13-17                       | 19-23 x 12-14       | 20-23 x 13-15               | 14-20 x 9-12        | 22-24 x 14-15       |
| <b>Acroparáfisis capitadas</b>  | Sí                                  | No                  | No                          | No                  | No                  |
| <b>Pirófila</b>   | Estricta                            | Facultativa         | Facultativa                 | ¿?                  | Facultativa         |
| <b>Cultivos</b>   | No                                  | Si                  | Si                          | Si                  | Si                  |
| <b>Distribución</b>   | Hemisferio Norte                    | Cosmopolita         | Hemisferio Norte            | Eurasia             | Eurasia             |
| <b>Citada en España</b>   | Sí                                  | Sí                  | Sí                          | No                  | No                  |

**Fig. 6: Características diferenciales entre las especies del género *Morchella* englobadas en la subsección *Semicarneosa* Jacquet. Tabla: J. Marcos**

## AGRADECIMIENTOS

---

A nuestro amigo José María Plaza por su compañía y ayuda en la recolección de los ejemplares de Villalparado.

A todos los que nos han enviado comunicaciones personales a través de fotografías que se han podido corroborar las especies citadas en este artículo como Marcos Cascales, Juan Castillo, Javier Fernández, Laureano López, Luis Iglesias, Manuel Lavilla, Salva Nadal Marín, José Ángel Martínez, Sergio Martínez, José Mora, Javier Ormad, Valentí Pombo, Emilio José Salvador, Antonio Vázquez.

A nuestros amigos Philippe Clowez, Pierre Arthur Moreau, Gerard Koopmanschap, Michael Loizides y Hatira Taşkin por su amistad y sus enseñanzas en el estudio de este complicado género.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- BARONI, T. J.; BEUG, M. W.; CANTRELL, S. A.; CLEMENTS, T. A.; ITURRIAGA, T.; LÆSSØE, T.; HOLGADO, M. E.; AGUILAR, F. M.; QUISPE, M. O.; LODGE, J. & K. O'DONNELL (2018). Four news species of *Morchella* from Americas. *Mycologia*. 110: 1-17.
- BOUDIER, J.-L.E. (1897). Révision analytique des morilles de France. *Bull Soc Mycol Fr* 13:130–150.
- CLOWEZ, P. (2012). Les morilles: Une nouvelle approche mondiale du genre *Morchella*. *Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France* 126 (3–4): 199–376.
- CLOWEZ P., P. ALVARADO, M. BECERRA PARRA, T. BILBAO VILLA, P.-A. MOREAU (2014). *Morchella fluvialis* sp. nov. (*Ascomycota, Pezizales*): A new but widespread morel in Spain. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 38: 23-32.
- CLOWEZ, P.; BELLANGER, J.-M.; OSA, L. & P.-A. MOREAU (2015). *Morchella palazonii* sp. nov. (*Ascomycota, Pezizales*): une nouvelle morille méditerranéenne. Clé des *Morchella* sect. *Morchella* en Europe. *Documents Mycologiques*. 36. 71-84.
- CLOWEZ, P.; MARCOS-MARTÍNEZ, J.; SANJAUME, R.; MARQUES, G.; BELLANGER, J.M. & P.-A. MOREAU (2020). A survey of half free reveals a new species: *Morchella ibérica* sp. nov. (*Ascomycota, Pezizales*). *Ascofrance.org* 12(1): 11-18.
- CLOWEZ, P. & MOREAU, P.A. (2020). *Morilles de France et d'Europe*. Cap Régions Éditions, 369 pp.
- DU, X.-H.; ZHAO, Q.; O'DONNELL, K.; ROONEY, A. P. & Z. L. YANG (2012). Multigene molecular phylogenetics reveals true morels (*Morchella*) are especially species-rich in China. *Fungal Genet. Biol.* 49 (6): 455–469.
- DU, X.-H.; WU, D.-M.; HE, G.-G.; XU, W. & T.-L. LI (2019): Six new species and two new records of *Morchella* in China using phylogenetic and morphological analyses, *Mycologia*: 1-14.
- FELSENSTEIN, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39:783-791.
- FRIES, E. M. (1822). *Systema Mycologicum* II (1). Lund.
- GARCÍA-CARDO, O. & J.M. GARCÍA-CARDO (2019). *Guía de setas de la provincia de Cuenca*. Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha. 358 pp.
- GBIF.ES (2021). Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad. Nodo Nacional de Información en Biodiversidad [Base de datos en línea]. Disponible en: <http://www.gbif.es> [Con acceso el 31-I-2021].



- KELLNER, H.; LUIS, P. & F. BUSCOT (2007). Diversity of laccase-like multicopper oxidase genes in *Morchellaceae*: identification of genes potentially involved in extracellular activities related to plant litter decay. *Microbiol. Ecol.* 61 (1), 153-163.
- KROMBHOLZ, J. V. VON. (1854). *Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schadlichen und ver-dachtigen Schwämme*, Heft 3. G. Calve, Praha J, 36 p., pl. XV-XXII.
- KUMAR, S.; STECHER, G.; LI, M.; KNYAZ, C. & K. TAMURA K (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1574-1549.
- JACQUETANT, E. (1984). *Les morilles*. Bibliothèque des arts, 114 pp.
- JACQUETANT, E. & M. BON (1985). Typifications et mises au point nomenclaturales dans l'ouvrage Les Morilles (de E. Jacquetant), Nature-Piantanida 1984. *Documents Mycologiques* 14: 1.
- KUO M., DEWSBURY D.R., O'DONNELL K., CARTER M.C., REHNER S.A., MOORE J.D., MONCALVO J.M., CANFIELD S.A., STEPHENSON S.L., METHVEN A.S. & T.J. VOLK (2012). Taxonomic revision of true morels (*Morchella*) in Canada and the United States. *Mycologia*, 104 (5): 1159-1177.
- LOIZIDES, M.; ALVARADO, P.; CLOWEZ, P.; MOREAU, P.-A.; ROMERO, L. & A. PALAZON (2015). *Morchella tridentina*, *M. rufobrunnea* and *M. kakiicolor*: A study of three poorly known Mediterranean morels, with nomenclatural updates in section *Distantes*. *Mycological Progress* 14: 13.
- LOIZIDES, M.; BELLANGER, J.-M.; CLOWEZ, P.; RICHARD, P. & P.-A. MOREAU (2016). Combined phylogenetic and morphological studies of true morels (*Pezizales*, *Ascomycota*) in Cyprus reveal significant diversity, including *Morchella arbutiphila* and *M. disparilis* spp. nov. *Mycological Progress* 15: 39.
- LOIZIDES, M. (2017). Morels: the history so far. *Field Micology*. Vol. 18 (2): 42-53.
- MARCOS-MARTÍNEZ, J.; MIR, G. & G. MARQUES (2021). El género *Morchella* en las Illes Balears. *Micobotánica Jaén*. Año XVI N°1: 113-15. Enero Marzo. Disponible en: <https://www.micobotanicajaen.com/Revista/Articulos/JMarcosM/Morchella%20en%20Balears/El%20genero%20Morchella%20en%20las%20Illes%20Balears.pdf>
- MILLER, A.N.; RAUSABAUEH, D.B.; ITURRIAGA, T.; BRANDON-MATHENY, P.; PETERSEN, R.H.; HUGHES, K.W.; GUBE, M.; POWERS, R.A.; JAMES, T.Y. & K. O'DONNELL (2017). First report of the post-fire morel *Morchella exuberans* in eastern North America, *Mycologia*, 109:5, 710-714,
- MOLL, J.; HOPPE, B.; KONIG, S.; WUBET, T.; BUSCOT, F. & D. KRUGER (2016). Spatial Distribution of Fungal Communities in an Arable Soli. *Journal Plos One* 11 (2).
- MUÑOZ, J. (2018). *Morchella exuberans* Clowez, Hugh Sm. & S. Sm. (2012). Fotografías hospedadas en Biodiversidad Virtual.org [Base de datos en línea]. Disponibles en: <https://www.biodiversidadvirtual.org/hongos/Morchella-exuberans-Clowez-Hugh-Sm.-y-S.-Sm.-2012-img131442.html> [Con acceso el 31-I-2021]. <https://www.biodiversidadvirtual.org/hongos/Morchella-exuberans-Clowez-Hugh-Sm.-y-S.-Sm.-2012-img131443.html> [Con acceso el 31-I-2021].
- NEI, M. & S. KUMAR (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- O'DONNELL, K.; ROONEY, A. P.; MILLS, G. L.; KUO, M.; WEBER, N. S. & S. A. REHNER (2011). Phylogeny and historical biogeography of true Morels (*Morchella*) reveals an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. *Fungal Genetics and Biology* 48 (3): 252–265.

- PERSOON, C.H. (1794). Neue Versuch einer Systematischen Eintheilung der Schwämme. *Neues Magazin für die Botanik* 1: 63–128.
- PERSOON, C.H. (1801). *Synopsis Methodica Fungorum* 2: 619. Gottingae.
- PETRZELOVA, I. & M. SOCHOR (2019). How useful is the current species recognition concept for the determination of true morels? Insights from the Czech Republic. *MycKeys* 52: 17–43.
- RICHARD, F.; BELLANGER, J.M.; CLOWEZ, P.; HANSEN, K.; O'DONNELL, K.; URBAN, A.; SAUVE, M.; COURTECUISSÉ, R. & P.-A. MOREAU (2015). True morels (*Morchella*, *Pezizales*) of Europe and North America: Evolutionary relationships inferred from multilocus data and a unified taxonomy. *Mycologia* 107 (2): 359–382.
- SAITOU, N. & M. NEI (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406-425.
- TAŞKIN, H.; BUYUKALACA, S.; HUSEYIN, H., REHNER, S. & K. O'DONNELL (2010). A multigene molecular phylogenetic assessment of true morels (*Morchella*). *Fungal Genetics and Biology* 47(8): 672–682.
- TAŞKIN, H., BUYUKALACA, S., HANSEN, K. & K. O'DONNELL (2012). Multilocus phylogenetic analysis of true morels (*Morchella*) reveals high levels of endemics in Turkey relative to other regions of Europe. *Mycologia* 104 (2): 446–461.
- TAŞKIN, H., DOĞAN, H., BUYUKALACA, S., CLOWEZ, P., MOREAU, P.-A. & K. O'DONNELL (2016). Four new morel (*Morchella*) species in the *elata* subclade (*M. sect. Distantes*) from Turkey. *Mycotaxon* 131(2): 467–482.
- VOITK, A.; BEUG, M.W.; O'DONNELL, K. & M. BURZYNSKI (2015). Two new species of true morels from Newfoundland and Labrador: cosmopolitan *Morchella eohespera* and parochial *M. laurentiana*. *Mycologia* 108(1): 31–37
- WEHOLT, ØW.; ALVARADO, P.; KRISTIANSEN, R; & G. GULDEN (2019). The genus *Morchella* section *Distantes* in Norway and new information on three *Morchella* species described from Norway. *Agarica* 2019, vol. 39: 1-22.
- WHITE, T.J., BRUNS, T., LEE, S. & J. TAYLOR (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications*. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninski & T.J. White (eds). Academic Press, Inc., California. pp. 315-322.