

## Propuesta metodológica para el estudio de los factores agroecológicos que influyen en la fructificación de *Morchella* spp. Una Revisión

por N. Moreno García<sup>1</sup>, C. Esse Herrera<sup>1</sup>, G. Donoso Delgado<sup>1</sup>, O. Betancourt Gallegos<sup>2</sup>, L. Medina<sup>3</sup>  
& G. Vivallo Pinares<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Cs. Forestales, Universidad Católica de Temuco. 15-D, Temuco, CHILE

e-mail: [norman.moreno@uct.cl](mailto:norman.moreno@uct.cl)

<sup>2</sup> Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Temuco. 15-D, Temuco, CHILE

e-mail: [obetancurt@uct.cl](mailto:obetancurt@uct.cl)

<sup>3</sup> Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Temuco. 15-D, Temuco, CHILE

e-mail: [lmedina@uct.cl](mailto:lmedina@uct.cl)

<sup>4</sup> Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. 15-D, Temuco, CHILE

e-mail: [gvivallo@uct.cl](mailto:gvivallo@uct.cl)

Micobotánica-Jaén AÑO VIII N° 1 (2013) ISSN 1886-8541

**Resumen.** MORENO GARCÍA, N., ESSE HERRERA, C., DONOSO DELGADO, G., BETANCOURT GALLEGOS, O., MEDINA, L. & VIVALLO PINARES, G. (2013). Propuesta metodológica para el estudio de los factores agroecológicos que influyen en la fructificación de *Morchella* spp. Una Revisión.

*Morchella* spp. es un hongo muy apetecido en los mercados mundiales, apenas superado en importancia por la trufa, en mercados de EEUU y Europa su precio alcanza a US\$ 500 por kilo. El hongo es recolectado en los bosques nativos de Chile por campesinos e indígenas. Presenta reducciones anuales intermitentes en cantidad y calidad, desconociéndose con certeza los factores biofísicos que condicionan su productividad. La producción de *Morchella* spp., bajo condiciones controladas, no ha conducido a producciones industriales de importancia en el mercado de los hongos. Este estudio tiene por objetivo proponer una metodología basada en la observación y análisis de los factores biofísicos que inciden en la fructificación del hongo, con lo cual se espera incrementar su producción a partir del conocimiento y manejo de dichos factores biofísicos en condiciones naturales de sitio.

**Palabras clave:** morchella, agroecológico, factores biofísicos.

**Summary.** MORENO GARCÍA, N., ESSE HERRERA, C., DONOSO DELGADO, G., BETANCOURT GALLEGOS, O., MEDINA, L. & VIVALLO PINARES, G. (2013). Proposed methodology for the study of factors affecting agroecological fruiting *Morchella* spp.

*Morchella* spp. mushroom is very appreciated in the global markets, only surpassed in importance by the truffle, in the U.S. and European markets the price is U.S. \$ 500/Kg. The mushroom is harvested in native forests in Chile by peasant and indigenous. Presents annual production quantity and quality intermittent certainly unknown biophysical factors that influence productivity. Production of *Morchella* spp., under controlled conditions, has not led to major industrial productions in the market for mushrooms. This study aims to propose a methodology based on the observation and analysis of the biophysical factors that influence the fruiting of the mushrooms, which is expected to increase its production from the knowledge and management of such natural biophysical site conditions.

**Key words:** morchella, site, agroecological, biophysical factors.

## Introducción

*Morchella* spp. son hongos comestibles altamente cotizados a nivel mundial (Molina *et al.*, 1993, Alexopoulos *et al.*, 1996), su estado trófico y asociación con plantas se ha estudiado desde mediados del siglo XIX (Robert, 1865; Roze, 1882; Matruchot, 1909; Molliard, 1904; Fron, 1905; Melin y Gunhilda, 1941; Brock, 1951; William *et al.* 1956; Impens, 1972; Kaul, 1977; Wassom y Holden, 1977; Buscot y Kottke, 1990; Dahlstrom *et al.*, 2000) asociando la fructificación de *Morchella* spp. con áreas recientemente perturbadas producto de un aumento de materia orgánica muerta en la rizosfera (Dahlstrom *et al.*, 2000), en ecosistemas forestales estables, el ciclo de vida de *Morchella* spp. presenta una oscilación bianual (Buscot y Roux 1987; Buscot 1989; Buscot y Bernillon 1991), sin tener claro los factores que inciden en esta oscilación y la dificultad de asegurar una oferta estable de *Morchella* spp.

En los bosques templados de Sudamérica las distintas especies representantes del género *Morchella*, se distribuyen en zonas cordilleranas y precordilleranas, donde fructifican asociadas a bosques de *Nothofagus* spp. y *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizz. De acuerdo a FIA-DECOFRUT (1996), crece sobre terrenos ácidos, de preferencia quemados, al pie de coníferas y de latifoliadas. El óptimo crecimiento es obtenido en suelos limosos y ricos en humus (SINGH, 2006). La fructificación de *Morchella* spp. sigue estando poco clara debido a dos razones ecológicas: por un lado, algunas especies requieren de diferentes condiciones para fructificar (la fructificación no es constante cada primavera), y por otro, los ascocarpos son producidos bajo dos condiciones ecológicas diferentes, ya sea a través del establecimiento de las micorrizas o posterior a un disturbio o evento catastrófico que afecte al sitio, como incendios, tala, vulcanismo, etc. en que el hongo activa el mecanismo llamado saprofitismo (González, 2001). Ambas condiciones ecológicas están restringidas en su manejo, sea porque pueden considerarse ilegales o porque congregan una variedad de condiciones adaptativas que podrían estar actuando en forma conjunta (generando verdaderas combinaciones de factores), lo que obviamente sigue restringiendo su cultivo, ya sea *in vitro* o *in vivo*. Según lo señalado por Volk y Leonard (1989), el conocimiento de las condiciones nutricionales y que provocan la fructificación a partir del esclerocio debieran ser las mismas que promueven el desarrollo del micelio (en condiciones naturales y experimentales), condiciones muy específicas de nutrición, distribución de la micorriza, acidez del suelo, humedad, niveles de dióxido de carbono, altitud y de temperaturas, las que pueden ser muy variadas a través de las diferentes etapas de su desarrollo y maduración (Volk y Leonard 1989; Güler y Arkan, 2000). Aunque su cultivo artificial data de hace tres décadas, la aparente falta de variables identificables en las condiciones de sitio que conducen a su fructificación no ha permitido establecer una producción satisfactoria (Kalm y Kalyoncu 2008), y las patentes derivadas de las diversas investigaciones (Patentes Norteamericana N° 4.594.809 y N° 4.757.640 de Ronald Ower en 1988) han recibido cuestionamientos a la eficacia de sus resultados, orientando la relación de la fructificación con características climáticas, edafológicas, de relieve e hidrográficas, y registro del historial de perturbaciones del hábitat, de manera de obtener y verificar los parámetros de crecimiento previstos para los proyectos de cultivo establecidos (Masaphy, 2010), haciendo que el estudio de la determinación de los activadores y condiciones requeridas para la iniciación y maduración de los ascocarpos aún esté muy vigente, sobre todo si es para una utilización natural y racional del recurso.

Basado en los resultados de los estudios citados y las observaciones empíricas sobre producción natural del hongo *Morchella* spp., se verifica que las variaciones anuales del volumen producido, las diferencias espaciales, la calidad heterogénea de los hongos cosechados y los esfuerzos por controlar la producción bajo medios artificiales no han

sido concluyentes en generar su cultivo con características industriales. Es por ello, que este estudio plantea como hipótesis que la observación del ciclo fenológico del hongo *Morchella* spp. en relación con las variables agua, suelo, estructura y cobertura del bosque, además de la topografía, permitirá identificar de forma cualitativa y cuantitativa aquellas restricciones que inciden sobre la producción, a objeto de diseñar sistemas de producción controlados por los recolectores que presenten mejor desempeño al interior del bosque permitiendo implantar nuevos sistemas de producción fuera del hábitat natural del hongo, en medios controlados o semi-artificializado, manteniendo y manejando las condiciones originales del sitio (suelo y bosque). El objetivo planteado está orientado a identificar las condiciones óptimas para la fructificación de *Morchella* spp. y diseñar un sistema de cultivo, a partir de un modelo de observación del ciclo fenológico del hongo en la pre cordillera de Los Andes de la Región de La Araucanía.

## Metodología

### Selección del área de estudio.

La metodología considera como relevante la selección de sitios donde predominen bosques de segundo crecimiento del género *Nothofagus*, entre ellos *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst., *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dimitri et Milano, y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. En Chile, los bosques secundarios del género *Nothofagus* actualmente se encuentran susceptibles de ser manejados con fines productivos y ambientales debido a la reciente aprobación en el año 2008 de la Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Los bosques de segundo crecimiento en su gran mayoría pertenecen a pequeños propietarios forestales, los cuales desarrollan actividades tanto agrícolas como forestales para su subsistencia (Moreno, 2011). Para estos propietarios la rentabilidad de sus bosques debe traducirse en un rápido retorno de cualquier inversión que realicen en ellos. Por esta razón, la determinación de una metodología de manejo apropiada para la producción sostenible de *Morchella* spp. permitirá proyectar sus campos de forma sustentable lo que se traduce en nuevas formas de ingresos económicos para su sustento familiar. Un segundo criterio de selección obedece a zonas en donde históricamente se haya recolectado el hongo, para la región de La Araucanía se sugieren los sectores de Molulco, Comuna de Melipeuco, Hueñivales comuna de Curacautín y sector Ranquil, en la comuna de Lonquimay. Todos estos sitios ubicados en la precordillera andina, sectores en donde tradicionalmente se ha recolectado *Morchella* spp.

### Muestreo y diseño experimental

El estudio del efecto de la cobertura boscosa en la presencia de *Morchella* spp., sugiere considerar en la etapa de muestreo el uso de conglomerados asociados a distintas coberturas de bosque (alta, media, baja, sin cobertura) determinadas en porcentaje de cobertura de la proyección de copas al suelo de acuerdo a la clasificación expuesta en la tabla 1. Cada conglomerado deberá ser tratado como una unidad muestral, y estará constituida por cuatro parcelas individuales de 50x20 metros (1000 m<sup>2</sup>) orientada en su eje principal de acuerdo a los puntos cardinales. Deberán instalarse cuatro conglomerados por sitio al objeto de cubrir las distintas coberturas de copas señaladas.

### Tabla 1. Porcentaje de cobertura de copas

El análisis de las variables más incidentes en la productividad de *Morchella* spp. determinadas en los sectores seleccionados se deberá basar en el estudio de los factores climáticos, edáficos y topográficos, de acuerdo con lo señalado por Manzi *et al.*, (2001) en los estudios de productividad de sitios forestales, las variables bajo análisis deberán ser: temperatura (t), humedad relativa (hr), precipitación (ppm), luminosidad (lz), temperatura del suelo (ts), humedad del suelo (hs), Ph del suelo (ph), además de un

análisis físico y químico del suelo (macro y micronutrientes). Las variables ambientales serán monitoreadas en tiempo real a través de dispositivos electrónicos que deberán establecerse en cada parcela de muestreo, por un periodo de tres temporadas de fructificación.

Al objeto de conocer y describir el sistema de micorrizas presente en cada conglomerado, se seleccionarán tres árboles de las distintas especies arbóreas en cada parcela, a cada árbol se le extraerán muestras de raicillas para evaluar el grado de micorrización. Finalmente se estimará la tasa metabólica de cada árbol, con el objeto de analizar las relaciones entre las fluctuaciones de las variables biofísicas y el crecimiento del árbol.

Cada parcela del conglomerado se subdividirá en 50 subparcelas de 2 m<sup>2</sup>, en cada una de las cuales se evaluará: densidad de cuerpos fructíferos, a través del conteo sistemático de los carpóforos durante los periodos de fructificación, biomasa por medio del peso seco de los cuerpos fructíferos recolectados, y distribución espacial (coordenadas x, y).

### **Muestreo de suelo**

Se determinará la densidad de esclerocios en muestras obtenidas a partir de un perfil de suelo de 50 cm. Se seleccionarán 10 subunidades de 5 cm<sup>3</sup> de suelo en distintas profundidades (5 estratos de 10 cm c/u), en la cual se observará la presencia de esclerocios (%), t°C, humedad, ph, textura, porosidad, densidad aparente, C/N, MO, presencia de raicillas finas.

### **Análisis de varianza, estadística multivariada y patrones espaciales**

El diseño estadístico considera en una primera etapa evaluar el efecto de la cobertura boscosa en la producción de *Morchella* spp. Para lo cual se plantea un análisis de varianza de una vía [1] con cuatro tratamientos (bajo, medio, alto y nulo) el cual se evaluará con un 95% de confiabilidad ( $p < 0,05$ ).

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad [1]$$

Donde:  $y_{ij}$  corresponde a la variable respuesta con la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\mu$  correspondiente al efecto medio del ensayo,  $\alpha_i$  efecto del  $i$ -ésimo tratamiento, y  $\epsilon_{ij}$  correspondiente al error aleatorio para la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento.

Para la identificación de las variables biofísicas (clima, suelo y topografía) que explican la presencia de *Morchella* spp., en cada punto de muestreo, se propone realizar un análisis de componentes principales (ACP) con rotación de ejes por medio del método Varimax para el análisis de los *factor loading* (Quinn y Keough, 2002) y selección de variables a través del criterio del *scree test* de Cattell (1966), Kaiser (1960).

Para el estudio de la distribución espacial de *Morchella* spp., se buscará determinar si ésta posee un comportamiento aleatorio, homogéneo o agrupado, con el objeto de identificar patrones espaciales que permitan conocer y describir la existencia de autocorrelación espacial con otros patrones del sitio, para ello se determinarán las coordenadas de cada subparcela en donde se registrará la presencia o ausencia de *Morchella* spp. El análisis se realizará a través de la función K [2] de Ripley (Ripley, 1976) y el coeficiente I de Moran para la determinación de autocorrelación espacial (Camarero y Rozas, 2006).

$$K(r) = N(r) / \lambda \quad [2]$$

Donde:  $\lambda$  corresponde a la intensidad del patrón (densidad de puntos) y  $N(r)$  número medio de puntos vecinos dentro de un círculo de radio  $r$  estimado como [3].

$$N(r) = 1/N \sum_{i=0}^N \sum_{j \neq i} k_{ij} \quad [3]$$

Donde:  $N$  es el número de puntos del patrón, y  $k_{ij}$  la función indicadora que toma el valor 1 si la distancia entre los puntos  $i$  y  $j$  es menor que  $r$ , y 0 en el caso contrario.

El coeficiente  $I$  de Moran, para el conjunto de unidades muestrales comprendidas dentro de una clase de distancia  $d$  será calculada de acuerdo a la siguiente expresión [4].

$$I(d) = n \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{W(d) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad [4]$$

Donde:  $n$  es el número de unidades muestrales consideradas,  $y$  valor que adopta la variable en los puntos  $i$  y  $j$ , siendo en toda la expresión siempre  $i \neq j$ ,  $w_{ij}(d)$  elementos de la matriz de pesos entre los puntos  $i$  y  $j$  comprendidos dentro de la clase de distancia  $d$ ,  $W(d)$  correspondiente a la sumatoria de los valores de los elementos de la matriz de pesos  $w_{ij}(d)$ .

### **Producción de *Morchella* spp. bajo condiciones controladas de sitio**

Los resultados del análisis de factores biofísicos y de patrones espaciales, permitirá levantar experimentos en sitios donde la producción del hongo no existe, para ello se establecerán áreas experimentales de producción de *Morchella* spp., basadas en el manejo de la cobertura boscosa, variables biofísicas seleccionadas a partir del análisis multivariado y patrones espaciales de distribución que favorezcan la autocorrelación en caso de ser necesario, otorgando así las condiciones ambientales naturales bajo las cuales crece y se desarrolla el hongo. Se ejecutarán dos esquemas de producción: el primero llamado (1) Producción *in situ*, el que consistirá en replicar y manejar las variables de sitio evaluadas y que expliquen mejor la producción de *Morchella* spp. Se realizarán experimentos controlados en los mismos sectores donde ésta ha sido exitosa, con el objetivo de hacer constante la producción de aquellos sitios; y la segunda llamada (2) Producción *ex situ*, sistema que permitirá replicar y manejar las variables de sitio evaluadas en experimentos controlados, consistentes en el trasladando de una porción de suelo desde un sitio productivo a un área experimental, en donde se evaluará la efectividad del manejo de las variables ambientales analizadas previamente.

### **Conclusión**

El propósito de este estudio metodológico reside en generar conocimiento e informaciones circunstanciadas sobre las variables y factores que condicionan la producción y productividad de la recolección de *Morchella*; actividad económica de subsistencia de gran importancia para los campesinos e indígenas de la Araucanía,



(Martínez-Peña *et al.*, 2011). El conocimiento del ciclo fenológico y sus interacciones con el ambiente, permitirá elaborar experimentos de sistemas de cultivo para mejorar las restricciones productivas. Se desconoce los factores que limitan la producción del hongo, porque no existen estudios rigurosos *in situ* del ciclo vegetativo del hongo *Morchella* spp., y sus relaciones con el medio físico y biótico, esta falta de información se ha constituido en la restricción principal de la producción industrial del hongo, de acuerdo a los estudios de (Wiita, 2004; Beetz *et al.*, 2004; Güler *et al.*, 2005; Alvarado *et al.*, 2008; Solares, 2012; Atri *et al.*, 2012). Estos autores han trabajado cultivo de esclerocios del hongo en diversos medios no logrando desarrollar el cultivo industrial y esto se debe a la dificultad de caracterizar las relaciones del hongo con el medio y con factores propios de las micorrizas, según (Morcillo *et al.*, 2004), lo que es confirmado por (Keim, 2012) en un artículo "In nature" en que extiende los ensayos para cultivar *Morchella* spp. a 10.000 años y 150 años de investigación "agronómica" y solo se esperan patentes seguras el 2013. La metodología propuesta identifica durante tres años a través de un modelo observacional *in-situ* las condicionantes del ciclo productivo del hongo según localización, exposición, luminosidad, características edafológicas del suelo, poblamiento y variables biofísicas como humedad, temperatura, disponibilidad de nutrientes, pH del suelo relación C/N, materia orgánica, entre otros; este sistema de factores y variables, tratadas estadísticamente para obtener información confiables, permitirán formular sistemas de cultivos que serán modelados en ensayos agronómicos con diseño y tratamiento estadístico, en sitios del bosque nativo y en condiciones similares a las parcelas del modelo observacional, controlando los factores y variables que aseguren la mejor producción del rubro. Por lo tanto, definir una metodología que permita conocer en forma cuantitativa y cualitativa gran parte de las ventajas ecológicas de los bosques de *Nothofagus* que permiten la producción del hongo, (química y física del suelo, fertilidad, humedad, luminosidad, disponibilidad de nutrientes, fitosanidad, etología, factores de stress, predadores) puede formular sistemas de cultivo que ofrezcan las mejores condiciones para el hongo.

La metodología observacional y experimental propuesta, de realizar ensayos *in-situ* en el bosque nativo, modificando un mínimo las condiciones naturales para favorecer el desarrollo del ciclo fenológico de la *Morchella* spp., permitirán conocer las restricciones que limitan o favorecen la producción del hongo, para posteriormente realizar experimentos en el bosque con sistemas de cultivo del rubro, desarrollando los factores y variables que favorecen la producción.

### **Bibliografía.**

Alexopoulos, C.J., C.W. Mims. y M. Blacwell. 1996. *Introductory Mycology*. 4th ed. Wiley. Nueva York, EEUU. 632 pp.

Alvarado, G., G. Mata, M. Tablada, D. Martínez y D. Plata. 2008. *Obtención de esclerocios de morilla (Morchella esculenta) en diferentes medios de cultivo*. Interciencia, 33: 528-531.

Atri, N., S. Sharma, y A. Gulati. 2012. *Study on Mycelial Growth Pattern of Five Wild Pleurotus Species from North West India*. American-Eurasian Journal of Scientific Research 7: 12-15.

Beetz A., y M. Kustudia. 2004. *Mushroom cultivation and marketing horticulture production guide*. NCAT Program Specialists July 204© NCAT.

Brock, T. 1951. *Studies on the nutrition of Morchella esculenta Fries*. Mycologia 43, 402—422.

Buscot, F. y J. Roux. 1987. *Association between living roots and ascocarps of Morchella rotunda*. Transactions of the British Mycological Society. 89: 249–252.

Buscot F., y I. Kottke. 1990. *The association of Morchella rotunda (Pers.) Boudier with roots of Picea abies (L.) Karst*. New Phytol. 116: 425-430

Buscot, F. y J. Bernillon. 1991. *Mycosporins and related compounds in field and cultured mycelial structures of Morchella esculenta*. Mycological Research. 95: 752–754.

Camarero, J., y V. Rozas. 2006. *Técnicas de análisis espacial de patrones de superficie y detección de fronteras aplicadas en ecología forestal*. Investigación Agraria, Sistemas de Recursos Forestales. 15: 66-87.

Cattell, R. 1966. *The data box: Its ordering of total resources in terms of possible relational systems*. In R. B. Cattell (Ed.), Handbook of multivariate experimental psychology Chicago, IL: Rand-McNally. p. 67–128.

Dahlstrom, J., J. Smith, y N. Weber. 2000. *Mycorrhiza-like interaction by Morchella with species of the Pinaceae in pure culture synthesis*. Mycorrhiza, Springer-Verlag. 9 :279–285.

FIA-DECOFRUT. 1996. Proyecto financiado por Fontec. “*Cultivo semi artificial de Morchella esculenta mediante micorrización de alcachofas*”.

FRON, G. 1905. *Sur les conditions de developpement du mycelium de la morille*. Comptes Rendus de Academie des Sciences, Paris. 140: 1187-1189.

González, S. 2001. *Evaluación de sustratos para el cultivo de Morchella esculenta (L.: Fr.) Pers*. Tesis presentada como requisito de titulación Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca. 34 pp.

Güler, P., O. Arkan. 2000. *Cultural characteristics of Morchella esculenta mycelium on some nutrients*. Turk J Biol 24:783-794.

Güler, P., S. Bozcuk, A. Mutlu, y K. Sorkun. 2005. *Propolis effect on sclerotial formations of Morchella conica Pers*. Pak. J. Bot., 37(4): 1015-1022. Department of Biology, Faculty of Science and Literature, Kırıkkale University, 71450 Yahsihan-Kırıkkale-Turkey.

Impens, R. 1972. *Comparaison de la Croissance Mycelienne de Deux Morilles en presence de premelanoidines*. Bulletin de la recherche agronomique de gembloux Belgium. 7: 124-133.

Kaiser, H. 1960. *The application of electronic computers to factor analysis*. Educational and Psychological Measurement. 20: 142-151.

Kaul, N. 1977. *Physiological studies on Morchella species; 2-nitrogen utilization*. Mushrooms Journal 58, 328-332.

Kalm, E., y F. Kalyoncu. 2008. *Mycelial growth rate of some morels (Morchella spp.) in four different microbiological media*. American-Eurasian J Agric and Environ Sci 3(6):861-864.

Keim, P. 2012. <http://paul-keirn.over-blog.com/article-2012-2013-culture-des-morilles-derniere-ligne-droite-in-natures-paul-keirn-102916171.html>

Manzi, P., A. Aguzzi, y L., Pizzoferrato. 2001. *Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy*. Food Chem 73: 321-325

Martínez, F. 2011. *Manual para gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León*, SOMACYL – Junta de Castilla de León, España. 452 pp.

Masaphy, S. 2010. *Biotechnology of morel mushrooms: successful fruiting body formation and development in a soilless system*. Biotechnol Lett 32:1523-1527.

Matruchot, L. 1909. *La Culture des Champignons Comestibles*, Paris. p. 418-659.

Melin, E., y M., Gunhild. 1941. *Morchella conica ein aneurin autotropher pilz*. Svensk Botanisk Tidskrift 35, 333-336.

Molina, R., T., O'Dell, D., Luoma, C., Michael, y R., Michael. 1993. *Biology, ecology, and social aspects of wild edible mushrooms in the forest of the Pacific Northwest: a preface to managing commercial harvest*. Forest Service Gen. Tech. Rep. PNWGTR - 309. Pacific Northwest Research Station. Department of Agriculture. Portland, OR, EEUU. 42 pp.

Morcillo, M., y M., Sánchez. 2004. *¿Por qué es tan difícil cultivar hongos micorrízicos comestibles?* Micología Forestal & Aplicada. Rbla. Arnau de Vilanova 6 local D. Vilanova i la Geltrú 08800 Barcelona.

Molliard, M. 1904. *Forme conidienne et sclerotes de Morchella esculenta*. Revue Generale de Botanique 14: 209-218.

Moreno, N. 2011. *Ajuste de modelos de captura de carbono para el tipo forestal roble-raulí-coigüe y su análisis bioeconómico en la Reserva Nacional Malleco - Chile*. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, España, 205 p.

Ower, R., G. Mills, J. Malachowski. 1988. *Cultivation of Morchella*. U.S. Patent N° 4,757,640.

Quinn, G y M., Keough. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Universidad de Cambridge. 527 p.

Ripley, B. 1976. *The second-order analysis of stationary point processes*. Journal of Applied Probability 13, 255-266.

Robert, E. 1865. *Relation entre la famille des oleïnées et les morilles*. Bull Soc Bot Fr 12: 244–246.

Roze, M. 1882. *Adherence de la base d'appareils ascospores de Morchella sur Helianthus tuberosus*. Bull Soc Bot Fr 19:166–167

Singh, Ch. 2006. *Morels (Morchella spp.) in Kumaun Himalaya*. Natural Product Radiance 54:306-310.

Solares, E. 2012. *La producción de los hongos comestibles*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Humanidades Departamento de Postgrado Maestría en docencia universitaria con especialidad en evaluación educativa universitaria.

Volk, T., T. Leonard. 1989. *Physiological and environmental studies of sclerotium*



formation and maturation in isolates of *Morchella crassipes*. Applied and Environmental Microbiol 55 (12): 3095-3100.

Wassom J, Holden D. 1977. *The use of plant tissue culture techniques for studying the growth of morels*. Proceedings of the South Dakota Academy of Science 56, 197-206.

Wiita, A. 2004. *The Morel Mushroom Industry in Alaska: Current Status and Potential* Written by Research Associate Institute of Social and Economic Research, University of Alaska Anchorage; Tricia L. Wurtz, Research Ecologist, USDA Forest Service, Boreal Ecology Cooperative Research Unit University of Alaska Fairbanks 4

William, A., T. Trzcinski, L. William-Engels. 1956. *La croissance du mycelium de morille*. Mushroom Science. 3: 283-308.

## Tabla

**Tabla 1. Porcentaje de cobertura de copas.**

<b>Categoría</b>	<b>Clase (% CC)</b>
Alta	75 – 100
Media	50 – 75
Baja	20 – 50
Nula	< 20

Fuente: UCTemuco, 2011

**Table 1: Percentage crown cover**

<b>Category</b>	<b>Class (% CC)</b>
High	75 – 100
Mean	50 – 75
Drop	20 – 50
Null	< 20

Source: UCTemuco, 2011