SISTEMATICA, HISTOLOGIA Y ECOLOGIA DE LOS HONGOS DEL GENERO *HELVELLA* DEL VALLE DE MEXICO

Por *Palmira Gómez*
De la Facultad de Ciencias

y
Teófilo Herrera
Del Instituto de Biología.

Los hongos del género *Helvella* L. ex Fr. abundan en el Valle de México y son alimento muypreciado por los habitantes de la región entre quienes se les conoce con los términos folklóricos y descriptivos de: gachupín negro, gachupín blanco, ceritas y calzoncillos.

Ya en 1941, Nieto Roaro en una publicación del Instituto de Biología se refiere a algunas especies del género *Helvella*, sobre todo desde el punto de vista descriptivo (24).

En 1960, Teófilo Herrera y Gastón Guzmán realizaron una revisión de las especies comestibles (16).

Con excepción de estos dos trabajos, no existen más publicaciones sobre los hongos que nos ocupan, por lo cual, intentamos contribuir con el presente trabajo al mejor conocimiento histológico, ecológico y taxonómico de los hongos del género *Helvella*.

Los hongos del género *Helvella* que se utilizaron para la elaboración de este trabajo alcanzaron un total de 300 ejemplares y corresponden a las especies *H. lacunosa*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. infula* y *H. atra*.

La mayor parte de este material fue colectado en el Desierto de los Leones, Amecameca, Ajusco, Xochimilco, Contreras, Salazar, Topilejo y Paso de Cortés. Gran parte del material nos fue proporcionado por el Dr. M. Ruiz Oronoz a quien queremos expresar públicamente nuestro agradecimiento por su valiosa contribución.

La colección de este material se hizo principalmente durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, y parte de diciembre, pues en el Valle de México es en esta época cuando se presentan las condiciones ecológicas más favorables para el desarrollo de las especies de *Helvella*.

Parte del material colectado se fijó de inmediato, en los sitios de origen, en alcohol y formol, procurando que todo el hongo quedara cubierto por el reactivo.

Los hongos fijados en alcohol o en formol se emplearon para estudio histológico practicando en ellos cortes por congelación y por disección directa. Los cortes se ti-

— 1 —

EX LIBRIS
ARMANDO BUTANDA C.

ñeron con los métodos histológicos de Hematoxilina-Eosina, Goodpasture y para demostración de grasas.

Los cortes histológicos se practicaron de diferentes partes del hongo, principalmente de la porción media y basal del estípite y de varios niveles del píleo.

Tanto del material fresco como del procesado con las técnicas histológicas apropiadas se tomaron fotografías directas y fotomicrografías respectivamente, algunas de las cuales aparecen en este trabajo.

Helvella lacunosa Afz. ex Fr. Syst. Myc. 2, p. 16 1822.

Fig. 1.

Helvella mitra L. Sp. Pl., p. 1180. 1753.

Helvella nigricans Schaeff Fung. Bavar 4, Ind. 102. 1774.

Helvella lacunosa Afz. Sv. Vet. Akad. Handl. p. 304. 1783.

Helvella sulcata Afz. Sv. Vet. Akad. Handl., p. 305. 1783.

Leptopodia elastica Boud. Hist. Class. Discom., p. 37, 1907.

En esta especie el estípite suele ser delgado, con profundos surcos y prominentes crestas que se unen con irregularidad y forman pliegues reticulares. Cuando el hongo está fresco el estípite es de color gris oscuro y cambia rápidamente a tonos negruzcos a medida que el hongo se seca.

El estípite es carnoso pero quebradizo y la superficie es membranosa lisa. En los hongos adultos la longitud varía de 6 a 9 cm. mientras que la porción basal tiene diámetro de 1 a 2 cm. y la parte superior de 0.5 a 1 cm.

El píleo es una membrana delgada, afelpada y dispuesta en forma infundibular invertida con una peculiar depresión central en forma de silla de montar. El píleo es carnoso con la superficie superior irregular, con pliegues finos y de color brillante, mientras que la superficie inferior es lisa y de color gris claro. Las medidas del píleo en el hongo adulto varían de 2 a 5 cm. de longitud.

El borde del píleo muestra profundas escotaduras y con frecuencia se aproxima o se une al estípite; esta unión estípite pileal es más frecuente cuando los hongos son jóvenes.

Estructura Microscópica del Estípite

Del estípite se practicaron cortes transversales y longitudinales que permitieron observar la siguiente estructura. Las hifas, delgadas y filamentosas, se entrecruzan en todas direcciones formando una trama pseudoparenquimatosa. La red de hifas se hace compacta y adquiere estructura membranosa en la periferia, mientras que en la porción central es laxa y alveolar (figs. 2 y 3).

El estudio en detalle de la superficie del estípite demuestra que no existe estructura limitante o presencia de membrana, sino que el apretado entrecruzamiento de las hifas es el que le da cierta individualidad morfológica. Casi todas las hifas

que toman parte en la constitución superficial vienen del centro del estípite, llegan a la periferia, se entrecruzan y se reflejan nuevamente hacia el centro, pero otras emergen de la superficie y, aún cuando no salen mucho de ella, le dan aspecto aterciopelado (fig. 4).

La porción central del estípite tiene aspecto reticular alveolado con cierta tendencia a formar nódulos en los cuales la trama fibroso-reticular es más apretada. En cortes longitudinales del estípite estas estructuras aparecen como cordones que recuerdan vasos leñosos primitivos.

En las secciones transversales del estípite llama la atención que, en la vecindad de la superficie, el tejido pseudoparenquimatoso hifal casi desaparece y toma aspecto alveolar lacunoso que contrasta notablemente con la pseudo-cutícula.

Estructura Microscópica del Píleo

El corte transversal del píleo es el más característico de la estructura de esta membrana. Con técnica de hematoxilina y eosina se advierte que el grosor membranoso está constituido por 3 porciones bien distintas entre sí. Una de ellas, la más prominente y que ocupa el tercio superior, está formada por las ascas; la otra zona, de situación media y de aspecto alveolar está constituida por el entrecruzamiento esponjoso de las hifas y, finalmente, hay partes que comprende al tercio inferior, formada por la reflexión de las hifas e integración de fascículos que se dirigen hacia el estípite.

La capa de las ascas está constituida por estas peculiares estructuras dispuestas en forma de empalizadas y que con gran regularidad exhiben en su interior las esporas. Entre las ascas y en posición paralela a ellas existen otras hifas, no fértiles, denominadas parafisos (Figs. 5 y 6).

Las ascas representan el cigoto maduro en cuyo interior se han formado 8 esporas; miden las ascas de 200 a 204 micras de longitud por 10 a 16 micras de diámetro. El citoplasma de este cigoto se alarga e insinúa entre los parafisos. La porción del asca que contiene las esporas es fácilmente identificable por contener dichos organitos, pero la porción filamentosa que se insinúa entre los parafisos es difícil distinguirla de estos aún cuando suele tener dilataciones bulbosas. Es notable que el asca en cualquier momento de su evolución desde el cigoto contiene en su citoplasma abundante cantidad de lípidos fácilmente tingibles con el rojo escarlata; con esta técnica el asca se tiñe de anaranjado a rojo intenso, mientras que los parafisos no toman coloración. Los lípidos en el citoplasma de las ascas adoptan tanto una distribución difusa como en forma de gotas. También el citoplasma de las esporas contiene notable cantidad de lípidos con peculiar disposición polar.

Lo intrincado de la red de hifas dificulta la identificación de las porciones terminales de las ascas, pero la presencia de gotas de grasa permite reconocerlas con facilidad.

Por otra parte, la técnica de Goodpasture con fucsina básica tiñe en forma casi selectiva las esporas y granulaciones del citoplasma de las ascas. Con esta coloración pueden observarse las esporas constituidas por una doble cápsula, anhistá, brillante y cromófoba. El citoplasma es basófilo, finamente grumoso y rico en lipoides; las esporas son esféricas o ligeramente elípticas y en sus polos se observan condensaciones fuertemente basófilas que representan la cromatina nuclear. Las esporas se colocan una tras otra siguiendo el eje mayor del asca en número de ocho elementos. El tamaño de las esporas varía entre 10-12 x 19-21 micras de diámetro.

Aún cuando el hongo esté totalmente desarrollado y en plena actividad reproductora, el aspecto del pileo es variable en lo referente a las ascas y a las esporas, de manera que pueden observarse al mismo tiempo ascas pequeñas, con abundante citoplasma y núcleos sin cubierta ni individualidad de espóra, al lado de otras muy evolucionadas, grandes y con las esporas totalmente maduras; examinando con cuidado la superficie himeneal pueden observarse ascas liberando esporas.

La porción medular del pileo, de aspecto alveolar, está formada por el cruzamiento de hifas, sobre todo de los parafisos. Excepcionalmente pueden observarse en esta porción estructuras correspondientes a las ascas. La zona superficial inferior del pileo está formada por hifas parafisales que se dirigen hacia el centro para formar, por asociación con otras, el cuerpo del estípíte. En esta zona no se advierten nunca esporas o ascas.

Habitat y Distribución

La recolección de estos hongos tiene éxito durante el verano, el otoño y aún a principios de invierno; se les encuentra en bosques umbríos, sobre la tierra, en la vecindad de oyameles (*Abies religiosa*), así como entre musgos y pastos húmedos.

Los sitios donde se encontró esta especie fueron los siguientes: Desierto de los Leones; 1750 a 3200 m. de altura. En este lugar se encontraron en tierra húmeda, tanto en sitios despejados como en lugares sombríos y sobre musgos. Su recolección se efectuó en los meses de agosto, septiembre y octubre.

Sierra del Ajusco; 3000-3200 m. de altitud; bosques de oyameles (agosto-diciembre).

Sierra de las Cruces: Salazar, Cerro de los Tepalcates y Cerro Cabezas; 3000-3200 m. de altitud (agosto, septiembre y octubre).

Sierra Nevada: Paso de Cortés; bosques de pinos; 3550 m. de altura (septiembre); faldas del Iztaccihuatl; 3500 m. de altitud (agosto y septiembre).

Pedregal de San Angel; dentro del área de la Ciudad Universitaria; praderas sombreadas (agosto y septiembre).

Helvella crispa (Scop) Fr. Syst. Myc. 2, p. 14, 1822.
(Fig. 7)

Phallus crispus Scop. Fl. Carn. 2, p. 475. 1772.

Helvella nivea Schrad. Journ. Bot. Schrad. 2, p. 66. 1799.

Helvella leucophaea Pers. Obs. Myc. 2, p. 19. 1799.

Helvella fusca Gill. Champ. Fr. Discom. p. 9. 1879.

Este hongo tiene una morfología muy semejante a la de *Helvella lacunosa*, por lo cual insistiremos en las diferencias y evitaremos las repeticiones. *Helvella crispa* es ligeramente más pequeña que *Helvella lacunosa* y su color es más claro, con tendencia al blanco amarillento.

El estípite muestra surcos ligeramente más profundos y aristas muy prominentes, mide de 5 a 7 cm. de longitud en el hongo adulto y la anchura de sus extremidades basal y superior guardan una relación de 1 a 2 con medidas comprendidas entre 0.5 a 2 cm.

La porción micelial subterránea no muestra diferencias importantes en relación a la de *Helvella lacunosa*.

Estructura Microscópica del Estípite

Los cortes longitudinal y transversal del estípite, como en *Helvella lacunosa*, muestran que parte del hongo está constituida por la asociación de hifas estériles que, al entrecruzarse, adquieren estructura histioide en la cual pueden advertirse porciones fasciculadas densas al lado de otras retículoalveolares.

En el corte transversal llama la atención la notable diferencia entre una porción central y una superficial. La zona central es la fasciculada densa en la cual las hifas se dirigen de la base hacia la extremidad superior del estípite en forma casi vertical. Ocasionalmente se forman cavidades en el espesor de estos fascículos hifales que recuerdan a las llamadas hifas vasculares. La porción periférica se caracteriza porque en ella las hifas adquieren disposición laxa y se entrecruzan ampliamente formando un retículo alveolar esponjoso (fig. 8).

Comparando la estructura microscópica de los estípites de *Helvella lacunosa* y *Helvella crispa* se advierten las siguientes diferencias: en *Helvella lacunosa* la capa superficial tiene aspecto membranoso debido a la disposición trabecular cerrada de las hifas, mientras que en *Helvella crispa*, por el contrario, las hifas en este sitio se disponen en forma alveolar laxa. En *Helvella lacunosa* los grupos hifales de aspecto vascular se disponen a manera de paquetes compactos, mientras que en *Helvella crispa* tienen aspecto lacunoso o tubular.

Estructura Microscópica del Píleo

El píleo presenta disposición estructural semejante a la descrita para *Helvella lacunosa* sólo que las ascas son de mayor tamaño, entre 300 a 342 micras de longitud y 23 micras de diámetro (fig. 9).

Las ascas son también pedunculadas con la extremidad bulbosa provista de abundante citoplasma, con inclusiones cromidiales basófilas y con finas gotas de grasa.

Las esporas, en número de 8, tienen disposición uniseriada, son de forma elíptica y con una gota de grasa que ocupa casi toda la espora. Las dimensiones promedio de las esporas son de 22 a 23 micras de diámetro mayor por 14 a 18 micras de diámetro menor. Los núcleos son muy basófilos y con frecuencia disponen su cromatina a manera de casquetes en los polos de la espora (fig. 10).

Los parafisos son alargados, con diámetro de 8 micras y dispuestos en empaalizadas entre asca y asca. Las técnicas de Sudán IV y Goodpasture son negativas en los parafisos.

Habitat y Distribución

El verano y el otoño son las épocas propicias para encontrar a *Helvella crispa* en bosques de pinos y oyameles en lugares sombríos y húmedos.

Los hongos de esta especie se colectaron en los siguientes lugares: Desierto de los Leones; 1750-3000 m. de altitud; bosques de pinos y oyameles (agosto y septiembre).

Sierra de las Cruces: Cerro Cabezas y Cerro de los Tepalcates 3000 a 3200 m. de altitud (septiembre).

En Amecameca se adquirieron estos hongos en el mercado en el mes de octubre.

Helvella elastica Bull. ex Fr. Herb. Fr. pl. 242. 1785.

(Fig. 11)

Helvella fistulosa Alb. y Schw. Consp. Fung. p. 299. 1805.

Helvella gracilis Peck Ann. Rep. N. Y. State Museum 24, p. 94. 1872.

Helvella stevensii Peck. Bull. Torrey Club. 31, p. 182. 1906.

Este hongo se caracteriza por presentar el ascocarpo muy bien diferenciado en un píleo membranoso y un estípite delgado, esbelto y, sobre todo, liso.

El estípite en los hongos maduros mide de 5 a 8 cm. de longitud; algunos tienen calibre uniforme tanto en la base como en la porción distal con promedio de 0.5 a 1 cm. En la mayor parte de los hongos de este género el estípite no muestra depresiones ni aristas, semeja más bien un fragmento de espagueti, la superficie es lisa, afelpada y de color blanco amarillento. El estípite en general es más carnoso, macizo, y la superficie de la sección transversal tiene aspecto criboso.

El píleo presenta la típica forma de silla de montar tan característica del género *Helvella*, mide 1 a 3 cm. de longitud, es membranoso, con la superficie himenial de color moreno oscuro, afelpada y con la cara inferior de color blanco amarillento. La relación píleo estípite se hace en un sólo punto que corresponde a la depresión. Todo el píleo muestra una o dos escotaduras poco profundas y a menudo tiene bordes adherentes entre sí, pero sin soldarse al estípite.

En conjunto, el ascocarpo de *H. elastica* parece más sencillo que el de las dos especies ya descritas.

Estructura Microscópica del Estípite

Las secciones longitudinal y transversal del estípite de *Helvella elastica* muestran estructuras semejantes a las observadas en las especies anteriores con la característica de que la capa limitante externa es menos diferenciada, predominando la estructura trabecular esponjosa de las hifas.

Llama la atención que en la vecindad de la superficie se observan columnillas con sección circular de hifas más finas, poco tingibles y dispuestas en fascículos más apretados, en los nódulos enclavados en el parénquima esponjoso hifal (fig. 12).

Estructura Microscópica del Píleo

Microscópicamente el píleo es muy semejante al de las otras especies de *Helvella* distinguiéndose con nitidez las ascas, con sus esporas y los parafisos dispuestos en típica empalizada.

Las ascas miden 300 micras de longitud por 23 micras de diámetro, las esporas son uniseriadas, miden 20 a 23 micras de longitud por 12 a 16 micras de diámetro y también contienen una espesa gota de lípidos (fig. 13).

Habitat y Distribución

Al igual que los hongos ya descritos, esta especie se encontró durante el transcurso del verano y el otoño en lugares boscosos y sombríos. Se colectó en los siguientes lugares:

Desierto de los Leones; tierra rica en humus; 3000 m. de altitud, (septiembre).

Sierra de las Cruces; 3000 a 3200 m. de altitud (septiembre).

Topilejo; Cerro Tetequilo; 2260 m. de altitud (septiembre y octubre).

Sierra Nevada; Paso de Cortés; 3150 m. de altitud; bosques de oyameles (noviembre).

Helvella infula Schaeff. ex Fr. Summa Veg. Scand, p. 346. 1849.
(Fig. 14)

Helvella infula Schaeff. Fung. Bavar. 4, Ind. 105. 1774.

Helvella brunnea L. Syst. Nat. p. 1450. 1796.

Helvella esculenta Pers. Comm. Fung. Bavar. p. 64. 1800.

Helvella infula Pers. Syn. Fung, p. 617. 1801.

Helvella rhodopus Krombh. Abbild. 3, p. 23. 1834.

Gyromitra esculenta Fr. Summa Veg. Scand. p. 346. 1849.

Gyromitra infula Quél. Ench. Fung. p. 272. 1886.

Gyromitra esculenta crispa Peck Ann. Rep. N. Y. St. Mus. 51, p. 229. 1898.

Physomitra infula Boud. Hist. Class. Discom. Eu. p. 35. 1907.

Physomitra esculenta Boud. Hist. Class. Discom. Eu., p. 35. 1907.

Este hongo alcanza dimensiones de 4 a 6 cm. de altura por 6 a 8 cm. de circunferencia. El estípite presenta depresiones irregulares superficiales, de color amarillo o ligeramente rosado y es de aspecto carnoso.

El píleo de *Helvella infula* es irregular, mitrado y reflejado sobre el tallo; la superficie himenial es ligeramente globosa, lisa, muy contorneada y con variaciones en el color entre el moreno rojizo y el negro dependiendo de la edad.

Estructura Histológica del Estípite

El estípite de *Helvella infula* está constituido por hifas entrecruzadas en varios sentidos dando como resultado la formación de una estructura esponjosa, con una capa externa forrada por hifas unidas más íntimamente que las del resto (Fig. 15).

Estructura Microscópica del Píleo

La membrana himenial de *Helvella infula* muestra ascas cilíndricas de 200 a 300 micras de longitud por 12 a 16 micras de diámetro. Las esporas están en series de 8, miden de 18 a 20 micras de longitud por 8 a 12 micras de diámetro y en ellas se tiñen con nitidez 2 gotas de lipoides. En ocasiones pueden observarse ascas con doble serie de esporas; los parafisos son alargados con sus ápices de 10 micras de diámetro.

Habitat y Distribución

Viven en el suelo aún cuando algunas veces se les encuentra sobre maderas putrefactas.

La época propicia para su recolección es el otoño, por ejemplo, en el Desierto de los Leones y en las faldas de la Iztaccíhuatl en sitio húmedo y sombrío, entre 2800 y 3300 m. de altitud

Helvella atra Oed. ex Fr. Syst. Myc. 2, p. 19. 1822.

(Fig. 16)

Helvella atra Oed. Fl. Dan. 9, p. 7. 1770.

Helvella nigricans Pers. Obs. Myc. 1, p. 72. 1796.

Esta *Helvella* es la más pequeña del grupo que hemos estudiado; en conjunto los ejemplares más desarrollados miden de 3 a 4 cm. de altura con un promedio de 1.5 a 2 cm. Tanto el píleo como el estípite son de color moreno oscuro casi negro.

El estípite es delgado, cilíndrico, con algunas leves costillas más notables en la base. La superficie es afelpada; la sección del estípite es tubular y tiene de diámetro 2 a 4 milímetros con un espesor promedio de 1 milímetro en la pared. El píleo presenta profundas escotaduras por lo que toma aspecto lobulado y muy irregular, pero conserva el típico aspecto de silla de montar tan característico de las helvelas. El borde del píleo es libre en su mayor extensión. Debido a las lobulaciones del píleo es difícil dar las dimensiones de esta membrana himenial pero en promedio pueden ser de 0.5 a 1.5 cm. de diámetro.

Estructura Microscópica del Estípite

El corte transversal comprueba la disposición tubular del estípite. La pared está formada por hifas con disposición trabecular y fascicular, dispuestas en forma más apretada y pseudomembranosa en la periferia y en forma laxa y alveolar hacia la luz de la cavidad tubular. Llama la atención que no hay desarrollo de estructuras vasculares en la pared de este estípite (Fig. 17).

Estructura Microscópica del Píleo

La disposición general de las hifas parafisales con las ascas es semejante a la de las membranas himeniales de las otras especies del género *Helvella* pero pueden anotarse las siguientes diferencias: que las ascas miden 250 micras de longitud por 13 a 18 micras de diámetro y las esporas, también en número de 8, son uniseriadas y miden de 15 a 20 micras de longitud por 9 a 17 micras de diámetro. Las esporas también contienen lipoides pero dispuestos en finas gotitas.

Los parafisos tienen peculiar color moreno amarillento independiente del empleo de colorante (Fig. 18).

Habitat y Distribución

Esta especie de *Helvella* fue colectada en los siguientes lugares:

Salazar; pradera abierta al pastoreo; 3000 m. de altitud (agosto y septiembre).

Topilejo; Cerro Tetequilo; 2260 m. de altitud (septiembre).

DISCUSION

Nuestros resultados los discutiremos refiriéndonos en primer lugar a la taxonomía, basada en la morfología macro y microscópica de los hongos, y en segundo lugar a la ecología de los hongos estudiados en este trabajo.

Taxonomía

Una vez colectados los hongos de las diferentes especies de *Helvella* surgieron las primeras dificultades para su identificación y clasificación ya que las semejanzas morfológicas son muchas y las diferencias en ocasiones son poco acentuadas, por lo que con frecuencia hay que recurrir al estudio microscópico sobre la estructura y características de las ascas y ascosporas para precisar la especie. Sin embargo, creemos que existen algunas peculiaridades morfológicas útiles para la orientación taxonómica, sobre todo en el trabajo de campo.

Considerando el tamaño de los cuerpos fructíferos de los individuos adultos se advierte situación polar entre *Helvella lacunosa* y *Helvella atra*, ya que la primera es la que alcanza el mayor desarrollo (12 cm.), mientras que *Helvella atra* es la más pequeña (1.5 cm.), desde este punto de vista, *Helvella crispa* sigue en tamaño a *Helvella lacunosa*, mientras que *Helvella infula* y *Helvella elastica* son semejantes entre sí y ocuparían la posición media de la escala comparativa de tamaños.

Si consideramos la relación píleo-estípite, encontramos que *Helvella infula* es la que muestra el píleo más desarrollado mientras que *Helvella elastica* y *Helvella crispa* son las que tienen el píleo de menores proporciones en relación con el estípite.

Si consideramos la morfología del estípite de *Helvella lacunosa* y de *Helvella crispa* encontraremos que presentan costillas y depresiones notables, mientras que *Helvella elastica* y *Helvella atra* tienen el estípite prácticamente liso y *Helvella infula* ocuparía una situación intermedia ya que sólo muestra algunas depresiones discretas en el estípite.

Si observamos el sitio de continuidad entre el estípite y el píleo advertimos que está bien diferenciado en las especies *H. elastica*, *H. atra* y *H. crispa*, mientras que en *Helvella lacunosa* y *H. infula* existen adherencias múltiples entre el borde del píleo y el estípite.

Finalmente, el color en los individuos adultos ayuda a diferenciarlos según las especies, sobre todo *Helvella lacunosa* que es de color negro, justificando su nombre popular de "gachupín negro"; el de *Helvella atra* es moreno oscuro, moreno rojizo el de *Helvella infula*, moreno amarillento o moreno oscuro el de *Helvella elastica* y blancuzco el de *Helvella crispa*.

Dentro del género *Helvella* la especie más difícil para su identificación y clasificación taxonómica es *Helvella infula* con relación a *Gyromitra esculenta*; no obstante, es posible diferenciar ambas especies con relativa facilidad porque *Helvella infula* muestra el píleo con la típica depresión central que le da el aspecto de silla

de montar y la superficie himeneal es lisa y poco sinuosa, mientras que *Gyromitra esculenta* tiene un píleo con pliegues que muestran el característico aspecto de circunvoluciones encefálicas.

Desde el punto de vista histológico existen diferencias en la estructura de los píleos y estípites de las 5 especies observadas. En el píleo las diferencias están en el tamaño de las ascas; las más grades corresponden a *Helvella crispa* que miden entre 300 y 350 micras de longitud por 20 a 23 micras de diámetro, mientras que *Helvella lacunosa* tiene las ascas más pequeñas tanto en longitud como en diámetro, de las cinco especies estudiadas, pues mide 200 micras de longitud por 10 micras de diámetro. En *Helvella elastica* las ascas miden 300 micras de longitud por 20 a 23 micras de diámetro; en las especies *H. atra* y *H. infula*, las ascas son de tamaño semejante: miden 200 a 300 micras de longitud por 12 a 18 micras de diámetro.

También el tamaño y la morfología de las ascosporas ayuda a la identificación de las diferentes especies de *Helvella*; así, *Helvella crispa* tiene las ascosporas más grandes, de forma elíptica con diámetro mayor de 23 micras y diámetro menor de 18 micras; muestra además una voluminosa gota de grasa que ocupa casi todo su citoplasma. *Helvella elastica* tiene ascosporas también elípticas con diámetro mayor de 20 micras y diámetro menor de 12 a 16 micras; también en esta especie se observa en la espora una gota única y grande de grasa en el citoplasma. *Helvella lacunosa* sigue en este orden; sus ascosporas miden de 18 a 20 micras de diámetro mayor por 10 a 12 micras de diámetro menor; en el citoplasma se observa también una gota grande de lipoides. En cambio *Helvella infula* y *Helvella atra* tienen las esporas de menor tamaño, sus dimensiones oscilan entre 15 a 20 micras de diámetro mayor por 8 a 17 micras de diámetro menor. *Helvella infula* muestra además, en su citoplasma, dos gotas de lipoides mientras que *Helvella atra* presenta una gota grande central rodeada de otras pequeñas.

Los parafisos en las cinco especies estudiadas tienen aspecto y disposición semejantes y su tamaño oscila entre 8 a 10 micras en todas ellas.

Desde el punto de vista microscópico la estructura del estípite representa un apoyo deleznable en la identificación de las especies de *Helvella* pues aún cuando en algunas especies se observan ciertas diferencias en cuanto a la relación entre las capas esponjosa y compacta, los cortes histológicos realizados a diferentes alturas en el mismo hongo varían considerablemente entre sí, de manera que sólo *Helvella elastica* exhibe un dato característico y distintivo al presentar desarrollo organoide de algunos grupos hifales a manera de vasos primitivos. También en *Helvella crispa*, aunque en menor grado, se observan estas incipientes estructuras organoides vasculares.

Ecología

Desde el punto de vista de su distribución, las especies de *Helvella* que hemos estudiado nos muestran diferencias importantes como para caracterizarlas, ya que en el Valle de México fueron colectadas en lugares con características ecológicas muy

semejantes entre sí, con excepción de *H. atra* que se colectó en praderas abiertas limitadas por bosques. Las otras especies se encontraron en bosques densos y sombríos, con predominancia de pinos, oyameles y madroños y creciendo en ambiente de gran humedad en la vecindad de musgos; sólo *Helvella infula* se encontró creciendo en maderas en putrefacción.

En cuanto a la altura del terreno, las cinco especies se encontraron en alturas comprendidas entre 1750 y 3550 m. sobre el nivel del mar. En estas altitudes están comprendidos el Desierto de los Leones, Salazar, Contreras, Paso de Cortés, Topilejo, Ajusco, Xochimilco y Amecameca. Sin embargo, fue en el Desierto de los Leones en donde se encontraron en mayor abundancia las especies estudiadas, excepto *Helvella atra* que fue encontrada exclusivamente en Salazar y Topilejo.

La especie más abundante en todo el Valle de México resultó ser *Helvella lacunosa*; en segundo lugar *Helvella crispa*, en tercer lugar *Helvella elastica*, mientras que *Helvella atra* y *Helvella infula* fueron las especies más escasas. Esta observación se corrobora aún en los mercados de la Ciudad de México y de las poblaciones circunvecinas en donde se ofrece a la venta, en forma predominante, *Helvella lacunosa*.

CONCLUSIONES

1. En este trabajo nos referimos a cinco especies de *Helvella* (*H. lacunosa*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. infula* y *H. atra*) y, aún cuando las semejanzas son notables y las diferencias suelen ser poco acentuadas, existen diferencias morfológicas macro y microscópicas que permiten su correcta clasificación.

2. Según el tamaño de los cuerpos fructíferos de las diferentes especies, el más grande de todos es el de *Helvella lacunosa*, le siguen *H. crispa*, *H. infula*, *H. elastica* y *H. atra*. Esta última es notablemente más pequeña.

3. Comparando el tamaño del estípite con el diámetro del píleo podemos concluir que *Helvella infula* es la que muestra el píleo más desarrollado mientras que *H. elastica* y *H. crispa* son las de píleo menor en relación con el estípite.

4. La morfología macroscópica del estípite también permite establecer diferencias entre las especies estudiadas; así, *Helvella lacunosa* y *H. crispa* muestran estípites con prominentes costillas y notables depresiones, mientras que *H. elastica* y *H. atra* tienen estípites completamente lisos, especialmente la primera. Finalmente *H. infula* muestra depresiones discretas en el estípite.

5. La forma como se continúa el estípite con el píleo, también es diferente según la especie, de manera que, en *Helvella elastica*, *H. atra* y *H. crispa* esta unión está bien diferenciada mientras que en *Helvella lacunosa* y *H. infula* se complica por múltiples adherencias del borde del píleo con el estípite.

6. El color en los individuos adultos ayuda a la diferenciación de las especies. *Helvella lacunosa* tiene el píleo de color negro y el estípite grisáceo, *H. atra* es de color moreno oscuro en general, *H. infula* de color moreno rojizo en la parte del

píleo y blanco grisáceo o moreno claro en el estípite, *H. crispa* de color blanco amarillento y *Helvella elastica* presenta el píleo de color moreno amarillento o moreno obscuro y el estípite blanco.

7. El estudio histológico demuestra que el hongo está formado por elementos hifales entre los cuales es fácil distinguir unas hifas fértiles y otras estériles.

8. La estructura microscópica de los estípites estudiados resulta poco valiosa para que pudiera ser empleada como dato taxonómico, ya que es semejante en las diversas especies; sin embargo en *Helvella elastica* y en *H. crispa* se advierten estructuras organoides vasculares.

9. La estructura histológica de los píleos ayuda a la caracterización de cada especie ya que la morfología de las ascas y de las ascosporas es muy constante para cada especie.

10. La distribución del género *Helvella* en las regiones boscosas del Valle de México muestra pocas diferencias importantes en cuanto a las especies, pues la mayor parte de ellas fueron colectadas en los mismos lugares con muy pequeñas variaciones ecológicas; la excepción es *H. atra* que fue encontrada en praderas abiertas, por el contrario de las otras cuatro especies que se desarrollan de preferencia en lugares sombríos de los bosques de coníferas.

R E S U M E N

En el presente trabajo se estudiaron cinco especies del género *Helvella* del Valle de México: *H. lacunosa*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. infula* y *H. atra*. Por medio de estudios morfológicos, tanto macro como microscópicos e inclusive histológicos, se intentó caracterizar a cada especie y facilitar su colocación taxonómica.

También se estudiaron las condiciones ecológicas de desarrollo de estas especies en algunas regiones del Valle de México.

S U M M A R Y

Five mexican species of the genus *Helvella* are studied from the systematic, histologic and ecologic points of view: *H. lacunosa*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. infula* and *H. atra*. The microscopic and macroscopic characteristics are described and some ecologic conditions for the development of the species of the region called Valle de Mexico are discussed.

B I B L I O G R A F I A

1. Anderson, P. J. and Ickes, M. G. 1910 Discomycetes. Mycologia Vol. II, No. 6, p. 257.
 2. Anderson, P. J. and Ickes, M. G. 1921 Massachusetts species of *Helvella*. Mycologia Vol. XIII, pp. 201-229.
 3. Anderson, P. J. and Ickes, M. G. 1921 Massachusetts key to species of *Helvella* in the north eastern states. Mycologia Vol. XIII, p. 4.
 4. Bachman. 1908 Discomycetes in the Vicinity of Oxford, Ohio. Publication Commtec. J. C.
 5. Boudier, E. 1907 Histoire et classification des Discomycetes d'Europe. p. 223. Librairie des Hombleton, E. L. Rice Bruce Fink.
- Sciences Naturelles. Paul Klincksieck, Paris.

6. Clements, F. E. 1931 The genera of fungi, p. 36 The H. W. Wilson Co. New York.
7. Dornée, J. 1911 The personal factor in mushroom poisoning. London Ontario, Canada. Mycologia Vol. III, p. 77.
8. Dalles, E. M. and Burgin, C. A. 1900 Among the mushrooms. p. 146. Drexel Biddle Publisher London.
9. Dufour, L. 1961 Les champignons comestibles et vénéneux, p. 211, Paul Dupont Editeur.
10. Ford, W. W. and Clark, E. D. 1914 A consideration of the properties of poisonous fungi. Mycologia Vol. VI, p. 186.
11. Fries, E. 1822-1823 Systema Mycologicum, Vol. II. Lund.
12. Forquignon, L. 1886 Les champignons supérieurs, p. 27 Octave Doin Editeur. Paris.
13. Heim, R. 1957 Les champignons d'Europe, p. 263. Editions N. Boubée Paris.
14. Heim, R. 1948 Les champignons. Tableaux d'un monde étrange, p. 17 Editions Alpina, Paris.
15. Heim, P. 1952 Observations sur le noyau des Ascomycetes. Revue de Mycologie. Vol. XVII, Fasc. I. pp. 3-38.
16. Herrera, T. y G. Guzmán 1961 Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. Anales del Instituto de Biología de México. Vol. XXXII pp. 33-135.
17. Hone Daisy, S. 1904 *Helvellinae*. Minnesota Botanical Studies Vol. III, p. 309-321.
18. Maublanc, A. 1952 Les champignons de France, Paul Lechevalier. Paris.
19. Maublanc, A. 1952 Les Champignons de France, Vol. II, pp. 221-623. Paul Lechevalier. Paris.
20. Masse, G. 1895 British Fungus flora, p. 458. George Bell and Sons. London.
21. Moreau, F. Les champignons. 1953 Les champignons, Vol. II, pp. 1553-1627. Paul Lechevalier. Paris.
22. Murril, W. A. 1916 Edible and poisonous mushrooms p. 2. Published by the autor. New York.
23. Nieto Roaro, D. 1934 Hongos comestibles y venenosos del Valle de México. Folletos del Instituto de Biología, U. N. A. M. México.
24. Nieto Roaro, D. 1941 Flora micológica mexicana. Descripción de algunas especies del género *Helvella*, Anales del Instituto de Biología, Vol. XII, No. 2, p. 559.
25. Nieto Roaro, D. 1944 Flora micológica mexicana. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México.
26. Overholts, L. O. 1925 Mycological notes for 1923. Mycologia. Vol. XXVIII, p. 483.
27. Peck, Ch. H. 1895 Annual reporter of the State Botanist of New York. Office of the State Botanist, p. 128-130.
28. Phillips, W. 1822-1905 Trans. Linn. Soc., Vol. II. 1, p. 423, pl. 48.
29. Rehm, 1896. *Ascomycetes, Hysteriaceae* and *Discomycetes*. Rabh. Krypt. Fl. Vol. III, pp. 1-1275.
30. Seaver, F. J. 1920 *Elvella infula* and *Gyromitra esculenta*. Cranbrook Institute of Science. Bulletin No. 12 (1), pp. 1-5 pl. 1.
31. Seaver, F. J. 1915 The North American Cup-Fungi (Inoperculates), p. 98. Published by the autor. New York.
32. Seaver, F. J. 1942 The North American Cup-Fungi (Operculates) 6. 245. Published by the autor. New York.
33. Seymour, A. B. 1929 Host index of the fungi of North America, p. 6. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
34. Sicard, G. 1884 Histoire Naturelle des champignons, p. 215, Libraire Ch. Delagrave.
35. Smith, A. H. 1949 Mushrooms in their natural habitats, p. 32. Published by Sawyer's Inc. Portland Ore.
36. Smith, A. H. 1958 The mushroom hunter's field guide, p. 32. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
37. Smith, A. H. 1938 Common edible and poisonous mushrooms of south eastern Michigan. Cranbrook Institute of Science. Bulletin No. 14, p. 63.
38. Wunsche, O. 1883 Flore generale des champignons, p. 420. Octave Doin Editeur

Fig. 1 Ascocarpos de *Helvella lacunosa*.

Fig. 2 *Helvella lacunosa*: corte transversal de estípite.

Fig. 3 *Helvella lacunosa*: corte longitudinal de estípite.

Fig. 4 *Helvella lacunosa*: detalle del corte longitudinal de estípite.

Fig. 5 *Helvella lacunosa*: corte del píleo mostrando la capa himenial.

Fig. 6 *Helvella lacunosa*: ascas y ascosporas.

Fig. 7 Ascocarpos de *Helvella crispa*.

Fig. 8 *Helvella crispa*: corte longitudinal de estípite.

Fig. 9 **Helvella crispa**: corte del píleo mostrando la capa himenial.

Fig. 10 **Helvella crispa**: ascas y ascosporas.

Fig. 11 Ascocarpos de **Helvella elastica**.

Fig. 12 **Helvella elastica**: corte longitudinal de estípite.

Fig. 13 *Helvella elastica*: corte del píleo mostrando la capa himenial.

Fig. 14 Ascocarpos de *Helvella infula*.

Fig. 15 *Helvella infula*: corte transversal de estípite.

Fig. 16 Ascocarpos de *Helvella atra*.

Fig. 17 *Helvella atra*: corte transversal de estípite.

Fig. 18 *Helvella atra*: ascas y ascosporas.