

Capítulo XVI

HONGOS PRESENTES EN NUECES DE PECÁN

Ricardo M. Comerio

Resumen

La flora fúngica de las semillas de pecán incluye taxones que producen deterioro en condiciones de almacenamiento y en el campo. Se exponen las descripciones de cada taxón y una clave para determinar 23 géneros fúngicos (hongos anamórficos, Zygomycetes, Ascomycetes).

Hongos en semillas de pecán

La comercialización de la nuez pecán en la Argentina exhibe diferentes modalidades. Se puede adquirir como alimento en locales comerciales, en puestos de venta al aire libre, o comprarse a vendedores ambulantes. Las nueces de pecán se expenden con su cáscara (la pared del ovario) o sin cáscara como semillas peladas. Estas últimas también se comercializan envasadas al vacío y bajo atmósfera controlada; además, se encuentran a la venta como confituras azucaradas. Aunque poco difundida aún, la nuez pecán presenta un nivel de consumo con interesante potencial de expansión.

El crecimiento comercial de este cultivo, como parte de la agricultura argentina, sugiere sumar aportes que potencien su desarrollo en nuestro país. En este sentido, el estudio cualitativo y cuantitativo de los microorganismos presentes en las semillas contribuiría al establecimiento de niveles de tolerancia (cantidad y tipo de microorganismos admitidos en el producto para su comercialización y consumo). Por otra parte, dicho estudio podría tener impacto en el área de la salud pública.

Este capítulo se refiere a la micota determinada en semillas de pecán. La información que se presenta está basada en los análisis micológicos cualitativos de semillas realizados en el IMyZA (INTA) durante los años 2004 – 2007; corresponde a semillas de nueces frescas y también a semillas de nueces expuestas a la intemperie durante un año aproximadamente. Se estudiaron 20 muestras provenientes mayoritariamente de la Provincia de Buenos Aires.

Se incluye una clave, con ilustraciones complementarias, elaborada en este laboratorio para determinar 23 géneros fúngicos en semillas de pecán. Se presenta, asimismo, una breve descripción de cada género.

Clave de los géneros aislados de semillas de pecán

- 1.a. Micelio mayoritariamente no septado (cenocítico), abundante 2
 1.b. Micelio septado 3

- 2.a. Esporangióforos generalmente pigmentados, con apófisis. Rizoides presentes. Esporangiosporas frecuentemente estriadas
 2.b. Esporangióforos no pigmentados o sólo delicadamente pigmentados, sin apófisis. Rizoides ausentes. Esporangiosporas no estriadas

Rhizopus

Mucor



2a

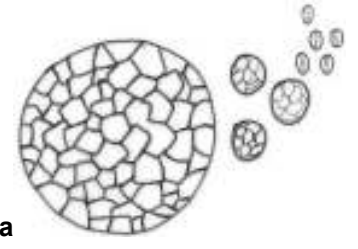


2b

- 3.a. Estructuras de reproducción sexual presentes. Ascomas globosos, sin ostíolo, amarillos. Ascosporas a subglobosas. Ascosporas unicelulares, lenticulares. Xerofílico
 3.b. Estructuras de reproducción sexual ausentes 4

Eurotium

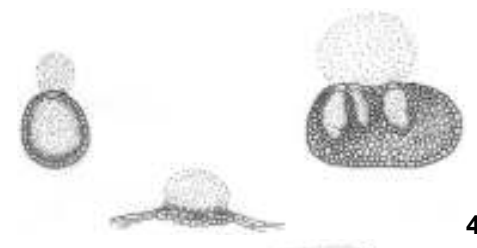
3a



- 4.a. Conidiomas picnidiales, acervulares, o estromáticos presentes 5
 4.b. Conidiomas picnidiales, acervulares, o estromáticos ausentes 11

5

11

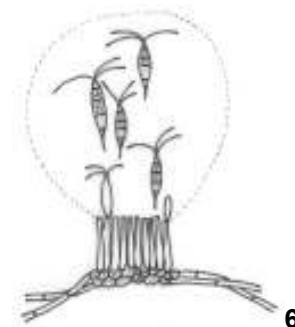


4a

- 5.a. Conidiomas acervulares 6
 5.b. Conidiomas picnidiales o conidiomas estromáticos 7

6

7



6a

- 6.a. Conidioma sin setas. Conidios pigmentados, con apéndices
 6.b. Conidioma generalmente con setas. Conidios hialinos, sin apéndices

Pestalotia

Colletotrichum



6b

- 7.a. Conidios mayoritariamente pigmentados
- 7.b. Conidios mayoritariamente hialinos

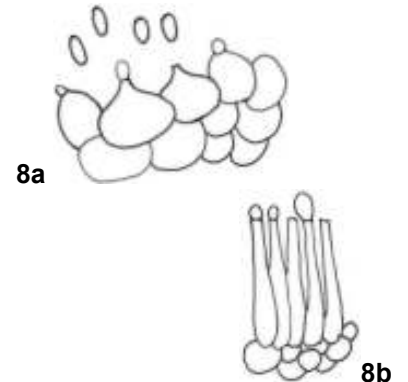
Microsphaeropsis
8



- 8.a. Células conidiógenas muy ensanchadas en la base y angostas en el ápice
- 8.b. Células conidiógenas cilíndricas, angostándose generalmente hacia el ápice

Phoma

9



- 9.a. Conidios alantoides, unicelulares pequeños
- 9.b. Conidios no alantoides

Cytospora
10

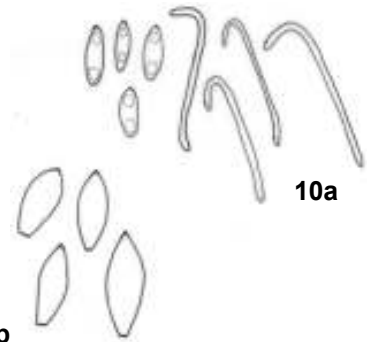


- 10.a. Conidios fusiformes, unicelulares, generalmente menores de 9 µm long., frecuentemente con dos gúttulas subterminales. En ocasiones acompañados de conidios filiformes, curvados en el ápice
- 10.b. Conidios fusiformes a elipsoidales, con base truncada, unicelulares, generalmente mayores que 9 µm long.

Phomopsis

Fusicoccum

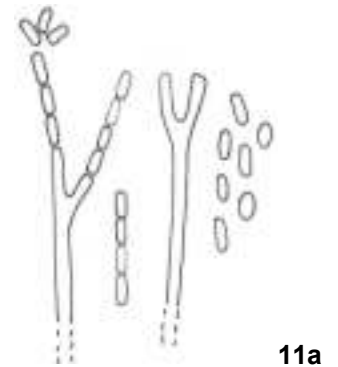
10b



- 11.a. Sólo conidios originados por fragmentación de hifas fértiles (artroconidios), cilíndricos, hialinos, formando cadenas generalmente aéreas
- 11.b. Conidios originados por brotación (blastoconidios), o artroconidios y blastoconidios

Geotrichum

12



- 12.a. Brotación de conidios simultánea desde células conidiógenas poco diferenciadas de las hifas. Arthroconidios presentes. Colonias oscuras, con áreas mucoides color de crema y/o rosadas
- 12.b. Brotación de conidios no simultánea

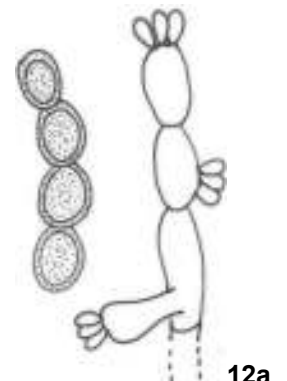
Aureobasidium

13

- 13.a. Conidios solitarios, o formados en sucesión acrópeta
- 13.b. Conidios formados en sucesión basípeta

14

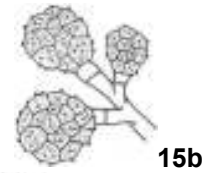
17



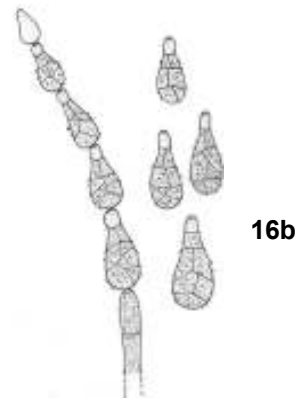
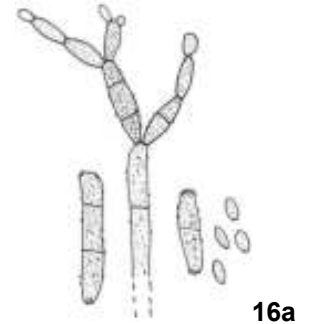
- 14.a. Conidios solitarios 15
- 14.b. Conidios en cadenas acrópetas 16



- 15.a. Conidios unicelulares, oscuros, lisos *Nigrospora*
- 15.b. Conidios pluricelulares, oscuros, rugosos *Epicoccum*



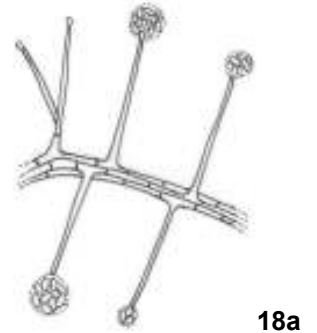
- 16.a. Conidios pigmentados, aseptados o sólo con septos transversales *Cladosporium*
- 16.b. Conidios pigmentados, con septos transversales y longitudinales *Alternaria*



- 17.a. Conidios contenidos por una matriz limosa 18
- 17.b. Conidios secos, pulverulentos en masa 19

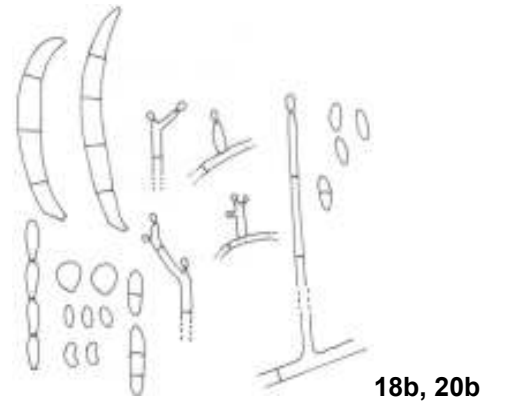
- 18.a. Fiálides largas y delgadas, células poliblasticas ausentes. Conidios unicelulares agregados en cabezuelas limosas. Desarrollo lento
- 18.b. Presencia de fiálides y/o de células conidiógenas poliblasticas. Macroconidios septados, con forma de banana; microconidios alantoides, clavados, elipsoidales. Desarrollo rápido

Acremonium



Fusarium

- 19.a. Fiálides presentes 20
- 19.b. Fiálides ausentes 22



- 20.a. Conidios unicelulares exclusivamente, con morfología uniforme
- 20.b. Conidios unicelulares y/o pluricelulares. Macroconidios septados, con forma de banana; microconidios alantoides, citriformes, clavados, elipsoidales, piriformes

21

Fusarium

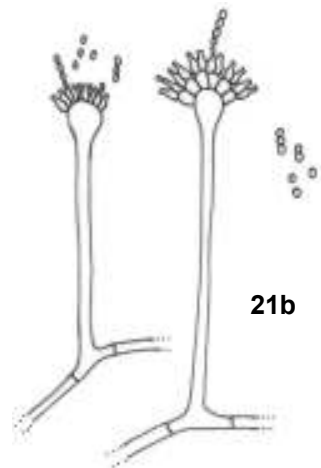


21a

- 21.a. Conidióforo con forma de pincel, presentando uno dos o tres niveles de ramificación
- 21.b. Conidióforo con el ápice ensanchado (vesícula), presentando uno o dos niveles de ramificación

Penicillium

Aspergillus

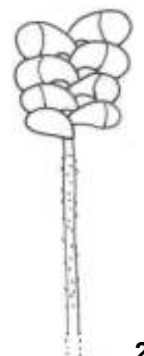


21b

- 22.a. Conidios bicelulares, con base truncada, oblicua, imbricados. Colonias rosadas
- 22.b. Conidios unicelulares. Celulas conidiógenas con raquis geniculado, angosto. Colonias blancas

Trichothecium

23

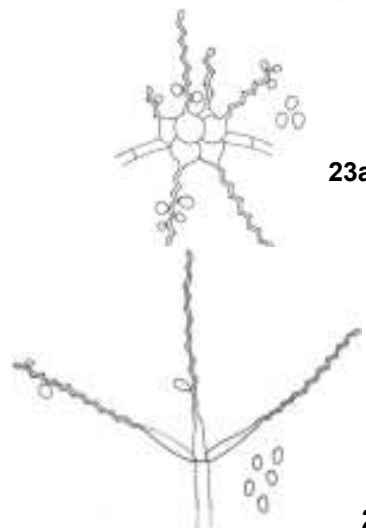


22a

- 23.a. Células conidiógenas con la zona basal ensanchada (globosa a subglobosa), agrupadas en cúmulos
- 23.b. Células conidiógenas con la zona basal cilíndrica, solitarias o dispuestas en verticilos

Beauveria

Engyodontium



23a

23b

Descripción de los generos fúngicos aislados de semillas de pecán

Acremonium Link

Colonias que se desarrollan lentamente, en su mayoría alcanzando un diámetro de 2,5 cm en 10 días. Micelio vegetativo mayoritariamente hialino. Fiálides principalmente aciculares, simples, erectas, surgiendo del micelio inmerso en el sustrato o desde haces de hifas aéreas. Conidios generalmente unicelulares, hialinos o pigmentados, principalmente en cabezuelas limosas.

Alternaria Nees

Colonias que se desarrollan rápidamente, negras, negro oliváceas o grisáceas. Conidióforos con 1–3 septos, simples o a veces ramificados, rectos o sinuosos o en ocasiones geniculados, castaños, de paredes lisas, con uno o varios poros apicales. Conidios en cadenas a menudo ramificadas, obclavados, obpiriformes, a veces ovoides o elipsoidales, frecuentemente con un pequeño rostro cónico o cilíndrico con septos transversales y longitudinales, pálidos a castaños, de paredes lisas o verrucosas.

Aspergillus Fr.: Fr.

Colonias generalmente de crecimiento rápido, blancas, amarillas, castaño amarillentas, castañas a negras, o verdosas, mayoritariamente compuestas por una capa densa de conidióforos erectos. Los conidióforos tienen el pie aseptado y el ápice engrosado (vesícula). Las fiálides se pueden originar directamente sobre la vesícula o sobre métulas. Los conidios son unicelulares, con paredes lisas u ornamentadas, hialinos o pigmentados y se presentan en cadenas secas.

Aureobasidium Viala et Boyer

Colonias que se desarrollan moderadamente, lisas, amarillas, color de crema, rosadas, castañas o negras; cubriéndose rápidamente de una masa limosa de esporas. Micelio aéreo a veces presente, escaso, delicadamente flooso. Los cultivos más viejos pueden presentar hifas de paredes gruesas y color castaño oscuro; dichas hifas pueden actuar como clamidosporas o, frecuentemente,

fragmentarse produciendo arthroconidios. Células conidiógenas indiferenciadas, intercalares o terminales, o surgiendo como ramas laterales. Conidios blásticos, unicelulares, hialinos, con paredes lisas, producidos sincrónicamente en grupos densos desde dentículos poco diferenciados; los conidios pueden desarrollarse sobre toda la superficie de la célula conidiógena.

Beauveria Vuillemin

Colonias de moderado desarrollo, blancas. Conidióforos generalmente presentando grupos densos de células conidiógenas, hialinos, con paredes lisas. Células conidiógenas simpodiales, cortas, globosas o con forma de botellita, con raquis apical angosto, geniculado, denticulado. Conidios unicelulares, hialinos, con paredes delgadas.

Cladosporium Link

Colonias de crecimiento lento, color castaño oliváceo a castaño negruzco, aterciopeladas o flocosas, tornándose pulverulentas. Hifas vegetativas, conidióforos y conidios pigmentados. Conidióforos más o menos diferenciados de las hifas vegetativas, rectos o flexuosos, no ramificados o ramificados sólo en la región apical. Conidios en cadenas acrópetas ramificadas, conidios inferiores a menudo grandes y septados (llamados ramoconidios) conidios superiores unicelulares, elipsoidales, fusiformes, ovoides (sub)globosos, a veces con cicatrices patentes, pálidos a castaño oliváceos oscuros, con paredes lisas, verrucosas o equinuladas.

Colletotrichum Corda

Colonias que presentan moderado a rápido desarrollo. Acérvulos que *in vitro* parecen esporodoquios. Fiálides hialinas sustentadas por 1-3 células prismáticas, pigmentadas o no, entremezcladas con setas oscuras, septadas. Setas sobresaliendo o no de la masa conidial. Conidios unicelulares, hialinos, con paredes lisas; agregados en un limo anaranjado, rosado, o grisáceo.

Cytospora Ehrenb.: Fr.

Colonias que presentan desarrollo moderado a rápido. Micelio hialino a ligeramente pigmentado. Conidioma estromático, oscuro, multilocular.

Conidióforos hialinos, septados, con paredes lisas, ramificados. Fiálides delgadas rectas; en ocasiones surgiendo a modo de pequeñas ramas laterales debajo de septos transversales. Conidios unicelulares, pequeños, lisos, sin gúttulas, alantoides, contenidos en cirros coloreados (con frecuencia en cirros amarillos).

Engyodontium de Hoog

Colonias de lento a moderado desarrollo, blancas. Conidióforos rastreros o algo erectos, hialinos. Células conidiógenas simpodiales, verticiladas, en grupos de 1-3, dispuestas entre sí formando ángulos casi rectos, con la zona basal cilíndrica que se prolonga en un raquis geniculado angosto y largo. Conidios unicelulares, hialinos, con paredes lisas formados sobre dentículos pequeños.

Epicoccum Link

Colonias de rápido desarrollo, lanosas o pegadas al sustrato, de color amarillo anaranjado. Reverso en tonos similares que suelen presentarse de modo más intenso. Esporodoquios pulvinados visibles como manchitas negras. Conidióforos agrupados, rectos o más o menos flexuosos, terminando en células conidiógenas casi del mismo diámetro, incoloros a castaño pálidos. Blastoconidios solitarios, globosos a piriformes, con la base en forma de embudo y una cicatriz amplia, pluricelulares, castaño oscuros, verrucosos.

Eurotium Link: Fr.

Colonias de crecimiento rápido en medios de baja actividad acuosa (lento desarrollo en medios de cultivo comunes) de color verdoso, rojizo o anaranjado con sectores puntiformes de color amarillo. Ascocarpos globosos a subglobosos, sin ostíolo (cleistotecios), amarillos, esparcidos o más o menos agrupados, comúnmente acompañados por el estado conidial (*Aspergillus*). Ascos globosos a subglobosos, con paredes finas que frecuentemente se disuelven en estadios tempranos. Ascosporas unicelulares, lenticulares, pequeñas, con pared de superficie lisa o rugosa. Conidióforos de paredes lisas. Xerófilo.

Fusarium Link: Fr.

Colonias de rápido desarrollo, blancas, color de crema, amarillentas, con tonos castaños, rosadas, rojizas o violetas. Micelio aéreo algodonoso, con aspecto denso, generalmente abundante en aislamientos frescos, aunque pobre o ausente en aquellas cepas profusamente esporuladas. Conidióforos con ramificaciones complejas agregados en pústulas limosas (esporodoquios), o no ramificados (o ramificados escasamente) que surgen desde el micelio aéreo. Células conidiógenas esbeltas, cortas en algunas especies o muy largas en otras; con un solo sitio fértil o con varios sitios fértiles. Macroconidios con forma de banana, septados, generalmente con una célula basal pedicelada. Microconidios unicelulares o bicelulares, formando cadenas o agregándose en cabezuelas limosas; con forma alantoide, citriforme, elipsoidal, globosa, ovoide o piriforme. Clamidosporas presentes en algunas especies.

Fusicoccum Corda

Colonias de rápido desarrollo, oscuras. Conidias de paredes pigmentadas, variando desde picnidios solitarios a estructuras estromáticas multiloculares. Células conidiógenas determinadas (fiálides) o proliferantes, cilíndricas. Conidios unicelulares, grandes, elípticos a fusiformes, con base truncada, hialinos, en algunas especies oscureciéndose y tabicándose con el tiempo, paredes delgadas, lisas. Microconidios presentes en algunas especies. Cirros blanquecinos.

Geotrichum Link

Colonias de rápido desarrollo, blancas, lisas, en ocasiones butirosas o membranosas. Hifas hialinas, higrofilicas, septadas y dicotómicamente ramificadas (con forma de diapasón) en los extremos de la colonia. Conidios cilíndricos, con forma de barril o elipsoidales, formados por fragmentación de las hifas fértiles (artroconidios), en cadenas mayoritariamente aéreas, erectas o decumbentes.

Microsphaeropsis Höhn.

Colonias generalmente oscuras, con desarrollo moderado a rápido. Picnidios globosos, separados, castaños, con un solo ostíolo. Fiálides doliformes,

ampuliformes, o cilíndricas, hialinas, surgiendo directamente de las células internas de la pared del picnidio. Conidios castaños, sin septos, con paredes lisas u ornamentadas, globosos, subglobosos, piriformes, o cilíndricos. Cirro obscuro.

Mucor Mich.

Colonias de rápido desarrollo, algodonosas. Cultivos variando en altura desde unos pocos milímetros a algunos centímetros. Micelio cenocítico. Hifas blancas o coloreadas. Esporangióforos a veces ramificados, siempre terminando en esporangios multiesporados sin apófisis. Esporangios de medidas variables; columelas bien desarrolladas; pared del esporangio que se rompe o se disuelve. Esporangiosporas unicelulares, de forma variable, con paredes lisas o levemente ornamentadas.

Nigrospora Zimm.

Colonias de rápido desarrollo, grisáceas. Micelio hialino a poco pigmentado. Células conidiógenas anchas, con forma de botellita. Conidios blásticos solitarios, elongados en dirección de los polos (prolados), negros, opacos, con paredes lisas y un sutil surco germinativo.

Penicillium Link: Fr.

Colonias que presentan, en general, crecimiento rápido; color en tonos de verde. Conidióforos hialinos, con paredes lisas o paredes rugosas. La estructura del conidióforo puede consistir en un pie que sustenta directamente a un verticilo de fiálides, o presentar entre las fiálides y el pie diferentes niveles de células sustentadoras denominadas métulas y ramas. Las métulas llevan verticilos de fiálides; todas las células entre las métulas y el pie suelen denominarse ramas. Fiálides generalmente con forma de botellita. Conidios unicelulares, en cadenas largas y secas, globosos, elipsoidales, cilíndricos o fusiformes, color hialino o verdoso, con paredes lisas o rugosas.

Pestalotia De Not.

Colonias de moderado a rápido desarrollo, grisáceas. Micelio hialino a castaño. Acérvulos presentes. Células conidiógenas hialinas, cilíndricas, proliferantes.

Conidios fusiformes, rectos o ligeramente curvados, con cuatro septos; célula basal hialina apendiculada; célula apical hialina, con dos o más (frecuentemente 3) apéndices simples o ramificados; células intercalares castañas, en ocasiones dos de ellas más oscuras que la restante.

***Phoma* Sacc.**

Colonias de moderado desarrollo, generalmente oscuras. Picnidios pigmentados y separados, ostiolados. Fiálides presentando más o menos la misma estructura que las células interiores del picnidio. Conidios generalmente unicelulares, elipsoidales a cilíndricos, hialinos, limosos; producción de conidios abundante. Clamidosporas presentes en algunas especies, formadas en cadenas simples o agregadas en “dictioclamidosporas” que hacen recordar los conidios de *Alternaria*.

***Phomopsis* (Sacc.) Sacc.**

Colonias con desarrollo moderado a rápido, grisáceas. Micelio hialino a castaño pálido. Estromas oscuros, separados, o agregados y confluentes, con uno o varios ostíolos. Fiálides hialinas, cilíndricas. Conidios unicelulares, básicamente de dos tipos: α -conidios fusiformes, hialinos, rectos, generalmente bigutulados (una gútula en cada extremo) y β -conidios filiformes, rectos, o más generalmente curvos en su extremo apical, sin gúttulas.

***Rhizopus* Ehrenb.**

Colonias de crecimiento rápido, con estolones, rizoides y esporangióforos pigmentados. Micelio cenocítico. Esporangióforos solitarios o en grupos, usualmente no ramificados. Esporangios multiesporados, mayoritariamente grandes, blanquecinos en sus etapas tempranas, tornándose de color castaño negruzco a medida que maduran. Columela castaña, globosa o semiglobosa, con apófisis. Esporangiosporas unicelulares, elipsoidales, usualmente con ángulos irregulares, a menudo estriadas.

***Trichothecium* Link**

Colonias de moderado a rápido desarrollo, pulverulentas debido a la abundante esporulación, rosadas. Conidióforos erectos, no ramificados, frecuentemente

septados cerca de la base, con paredes más o menos rugosas; sustentando en el ápice cadenas basípetas de conidios imbricados. Conidios bicelulares, elipsoidales a piriformes, hialinos, con paredes lisas, delicadamente rugosas o muy rugosas, presentando cicatrices basales truncadas oblicuas.

Conclusión

La micota de semillas de pecán, de acuerdo con los estudios realizados hasta el momento en el IMyZA, presenta 20 géneros de hongos anamórficos, dos géneros pertenecientes a la Clase Zygomycetes y un género de la Clase Ascomycetes. En el presente capítulo, se omitió a los hongos de la Clase Basidiomycetes dado que los aislamientos correspondientes se encuentran actualmente en proceso de identificación.

Se ofrece una herramienta práctica a fin de contribuir con la identificación de hongos en semillas de pecán en el laboratorio.

Bibliografía

- De Hoog, G.S., Guarro, J., Gené, J. & Figueras, M.J. 2000. Atlas of Clinical Fungi 2nd. ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands & Facultat de Medicina, Universitat Rovira i Virgili, Reus, Spain. 1126 pp.
- Domsch, K.H., Gams, W. & Anderson, T. 1993. Compendium of Soil Fungi. Vol. I, II, reprint IHV Verlag, Eching, Germany. 859 + 405 pp.
- Ellis, M. B. 1971. Dermatiaceous Hyphomycetes, Commonw. Mycol. Inst. Kew. 688 pp.
- Kirk, P.M., David, J.C. & Stalpers, J.A. (eds.). 2001. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi, 9th edn. CABI Publishing, Wallingford, UK. 655 pp.

- Larre, M.A., Comerio, R.M. & Vaamonde, G. 2006. Contaminación fúngica de nueces de pecán. Resumen de trabajo y poster. III Congreso Argentino de Microbiología de Alimentos. Buenos Aires, Argentina.
- Phillips AJL. 1998. *Botryosphaeria dothidea* and other fungi associated with excoriose and dieback of grapevines in Portugal. *Journal of Phytopathology* 146: 327–332.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. & Filteborg, O. (eds.). 2000. Introduction to Food- and airborne Fungi, sixth edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht. 389 pp.
- Sutton, B.C. 1980. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia Acervuli and Stromata. CAB International, Wallingford, UK. 696 pp.
- Teviotdale, B.L., Michaelides, T.J. & Pscheidt, J.W. (eds.). 2002. Compendium of Nut Crop Diseases in Temperate Zones. The American Phytopathological Society, USA. 89 pp.