

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Hongos fitopatógenos en entornos urbanos

El caso de Tres Cantos (Madrid)



Autor: Santiago Ormeño Villajos (Universidad Politécnica de Madrid)

ÍNDICE

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Géneros observados
5. Consideraciones finales
6. Bibliografía

1. TÍTULO

Hongos fitopatógenos en entornos urbanos. El caso de Tres Cantos (Madrid)

2. RESUMEN

Se presenta el resultado de recolectar hongos y oomicetos que pueden producir enfermedades en plantas o deteriorar productos poscosecha en la ciudad de Tres Cantos, también se incluye algún caso de hongos que pueden ser utilizados en control biológico de enfermedades.

Los especímenes recolectados se han identificado morfológicamente a nivel de género, habiéndose considerado el huésped, los síntomas de la enfermedad, la micromorfología y, eventualmente las características del cultivo.

Los casos considerados se incluyen en el libro "Introducción a los Hongos Fitopatógenos" (Ormeño, 2024), en dicho libro se presenta un total de 34 géneros.

En la presente comunicación se refieren 23 géneros, recolectados en Tres Cantos y se muestran características de los mismos, particularmente su morfología, incluyendo algunas fotografías, de síntomas, de las características microscópicas y del aspecto del cultivo.

3. INTRODUCCIÓN

Los hongos pertenecen al reino Fungi (Cavalier-Smith), son un grupo de seres vivos heterótrofos cuyas células poseen un núcleo bien definido, que contiene el material genético y que crecen formando filamentos, alimentándose por absorción y reproduciéndose mediante esporas. Juegan un papel clave como recicladores de nutrientes y pueden afectar positivamente a las plantas, pero también son la causa principal de enfermedades infecciosas en las mismas (fitopatógenos). En función de la naturaleza de su relación con los vegetales, los hongos fitopatógenos pueden ser biótrofos o necrótrofos, los primeros utilizan tejidos vivos para su nutrición, mientras que los segundos, producen la muerte de tales tejidos, previamente a la extracción de nutrientes. Un tercer grupo se denominan hemibiótrofos, que pueden actuar primero como biótrofos y después cambian a un comportamiento necrotrófico. Aquéllos que utilizan materia orgánica muerta y detritos de otros seres vivos en su nutrición (saprofitia) se conocen como saprófitos. Los hongos que desarrollan una parte de su ciclo de vida en el interior de la planta, sin producir daño aparente, se conocen como endófitos.

Otro grupo, perteneciente al reino Chromista son los oomicetos, que también forman filamentos, se reproducen por esporas y se alimentan por absorción, al igual que los hongos, incluyen patógenos que pueden causar enfermedades devastadoras en plantas. Este grupo también se considera en el presente trabajo.

El desarrollo de enfermedades infecciosas en plantas, depende de tres factores globales, el patógeno, la planta huésped y el ambiente (triángulo de la enfermedad infecciosa, Stevens, 1960).

Los suelos que nos encontramos en los espacios urbanos, suelen ser muy diferentes respecto de los que se encuentran en las zonas cultivadas o los espacios naturales. En el caso de Tres Cantos, tales suelos se formaron a partir de materiales graníticos como los que pueden verse en los afloramientos de las sierras próximas del norte de Madrid. Estos suelos, desde la formación del perfil, tenían horizontes subsuperficiales (Bt) bastante arcillosos. Con la pérdida de la cubierta vegetal y el laboreo, unido a las pendientes del terreno, se produjeron procesos erosivos que hicieron que se perdiese el material de los horizontes superficiales, más arenosos y con mayor contenido en materia orgánica. Tales suelos, erosionados y con gran contenido en arcilla, incluso en superficie, son los que inicialmente se encontraban en Tres Cantos antes de su construcción, la cual comenzó en 1976. Con el proceso de urbanización, los suelos se alteraron aún más en las zonas construidas, con movimientos de tierras y los rellenos con restos de materiales de construcción, además del sellado superficial en viales, aceras y paseos. El resultado es que, las plantas actuales tienen, frecuentemente, que

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

desarrollarse en suelos muy pesados y que se compactan fácilmente, con los consiguientes problemas de asfixia y mayor propensión a enfermedades provocadas por hongos propagados por el suelo. Hay que unir a ellos, la disminución progresiva de la materia orgánica al retirar hojas y restos de poda.

Además de los suelos muy alterados, los materiales de construcción, debido a sus colores y alta inercia térmica, producen una elevación de temperaturas, particularmente destacada en las "islas de calor" (Molina, 2005), aunque el sombreado debido a edificios y arbolado haga disminuir la irradiación solar directa. Por este motivo, entre otros, como los referidos, las plantas se encuentran sometidas a diferentes tipos de estrés (Lorenzini, 2014) con lo que se defienden peor de los patógenos. La urbanización puede influir en la dinámica de las interacciones planta patógeno, no sólo a una escala local de la ciudad, sino incluso a una escala continental (Dale et al., 2022; VanDijk et al., 2022).

El tipo de vegetación potencial en la zona que actualmente ocupa Tres Cantos es el encinar (Bellot, 1978). La zona aún estaba cultivada al final de los años 60 del pasado siglo, particularmente de trigo y cebada (Rivas Martínez, S. y Rivas Martínez, C., 1968).

En Tres Cantos hay un alto porcentaje de zonas verdes, con gran diversidad de especies, básicamente ornamentales. En las zonas de mayor grado de urbanización, como sectores e incluyendo avenidas, una de las especies arbóreas más abundantes es el plátano de paseo, también son muy frecuentes olmos, chopos y pinos, pero la variedad es muy alta, observándose fácilmente tilo, castaño de indias, cedro, ciprés, sauce llorón, morera, arce, *Catalpa*, *Cercis*, ciruelo de jardín, aligustre y magnolio, entre otras muchas de tales especies.

Vemos, a continuación, las especies que se han observado en las zonas más visitadas para el presente estudio (ver Fig. 1). En la Avenida de Viñuelas se pueden encontrar, entre otras, especies como plátano de paseo, tilo, ciruelo de jardín, chopo, fresno, magnolio, robinia, cedro, ciprés, cotoneaster, durillo, pitósporo, evónimo, espino rojo, adelfa, madroño o aligustre. En el Sector Islas, se encuentra césped de gramíneas (particularmente poa), hiedra, madreSelva, photinia, rosales, adelfas, olmos, robles, abedules, magnolios, chopos, pinos, moreras, sauces llorones, arces negundos, cedros, cipreses, ciruelos de jardín, *Malus*, bambú y otros. En el Parque de los Alcornoques, se encuentran especies forestales, como pino, encina, alcornoque, sauce, chopo o fresno, entre otras, en su mayoría procedentes de reforestación. El estrato herbáceo de dicho parque, está básicamente formado por pastizal en el que abundan gramíneas como dactilo, fleo, avena, grama, *Hordeum* o *Bromus*, pero también especies de otras familias como jaramago, llantén, magarza, diente de león, malva, viborera, gordolobo o cerraja. Los huertos urbanos del municipio se ubican en el interior de dicho parque, tienen algunas especies leñosas como vid, almendro, peral,

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

manzano, ciruelo e higuera, además se cultivan hortícolas, entre ellas tomate, pimiento, berenjena, calabacín, cebolla, patata, acelga, calabaza, coliflor o repollo, con especies adventicias como grama, verdolaga, coniza, correhuela, amaranto y magarza. Particularmente en los márgenes de tales huertos se pueden encontrar tomillos, menta, romero, salvia u orégano, entre otras.

Como puede verse, de manera general, la cubierta vegetal de Tres Cantos, está muy alejada de la vegetación climática que corresponde a la zona, lo que, sin duda, afecta al desarrollo de enfermedades en la misma y particularmente las debidas a hongos (Stevens, 1960). Se considera que el principal mecanismo, a través del cual los patógenos afectan la composición de las comunidades vegetales, es la susceptibilidad diferencial de las especies vegetales a diferentes patógenos, bajo diferentes condiciones ambientales (Burdon, 1987). Por ese motivo, entre otros, se suele recomendar utilizar especies nativas, mejor adaptadas a dichas condiciones ambientales (Ochoa et al., 2010 ; Babalola, 2013; Crewe, 2013; Berthon, 2020). Sin embargo, el calentamiento global, hace que se consideren, también especies no autóctonas pero que puedan responder bien en un escenario futuro de mayor aridez (En Verts et Avec vous, 2020). En relación con este déficit estacional de agua, en Tres Cantos, se pueden ver los efectos del estrés por sequía durante el periodo árido, en especies como tilo y castaño de indias, entre otras, lo que, dificulta sus reacciones de defensa frente a patógenos.

Las podas son operaciones que pretenden dotar de una buena estructura a los árboles, mantener un buen estado sanitario y que sean estéticamente atractivos, sin embargo, las heridas producidas pueden ser la puerta de entrada de organismos patógenos, particularmente hongos (Lorenzini, 2014), esto se aprecia en ciertas especies en las que se producen chancros por ese motivo. Con los daños provocados por la maquinaria de mantenimiento, ocurre algo similar.

Sucede, también que, con frecuencia, la cruz de los árboles, se forma a demasiada altura (o no se dejan ramas bajas) como para proporcionar un sombreado adecuado al tronco, lo cual es fundamental para ciertas especies en las que pueden apreciarse quemaduras, por irradiación solar, apareciendo hongos de debilidad (*Schizophyllum*) e incluso chancros que comprometen seriamente la supervivencia de los árboles.

Todo este entorno ambiental y las especies vegetales que lo pueblan, junto con las actuaciones humanas para su conservación, constituyen un sistema con unas características determinadas desde la óptica de la patología vegetal y particularmente de los hongos fitopatógenos que en él se encuentran, el trabajo que se presenta, pretende profundizar en el conocimiento de tales hongos.

4. GÉNEROS OBSERVADOS

En el análisis que se trata, no puede hablarse de un muestreo probabilista, sino que ha sido el autor el que ha decidido qué muestras introducir y cuales no, condicionado básicamente por la accesibilidad, el conocimiento previo del entorno y la presencia de síntomas presumiblemente debidos a hongos.

En todos los casos, los especímenes recolectados se situaban sobre material vegetal, generalmente sobre órganos de plantas vivas, algunos sobre productos poscosecha. Todos los géneros están incluidos en las bases de datos de las U.S. National Fungus Collections (Farr, 2021), relativas a hongos fitopatógenos.

Los hongos de los cuales se han observado características diagnósticas pertenecen a alguno de los 23 géneros que se relacionan en el Cuadro 1, todos ellos de Tres Cantos, fundamentalmente en su zona sur (Fig. 1), es una selección de 66 especímenes estudiados en tres poblaciones diferentes. Además de los casos presentados, se han observado síntomas de enfermedades que, presumiblemente, causan otros géneros o que siendo alguno de los géneros referidos, se han encontrado sobre hospedantes diferentes, sin haber procedido al aislamiento y/o observación directa del espécimen en cuestión.

Los medios que se han utilizado en el trabajo son limitados, con recogida de campo, mientras que el cultivo (en su caso), la observación y registro se han realizado en gabinete personal directamente por el autor. El reconocimiento se ha realizado, básicamente, teniendo en cuenta la morfología.

En el cultivo de los aislados, se ha utilizado como medio el agar de dextrosa y patata (PDA). En todos los casos, la temperatura ha sido la ambiental, variando en torno a 20-25 grados centígrados. Para las observaciones al microscopio se ha utilizado un modelo ligero con objetivos de 4-10-40 aumentos y ocular de 20.

A continuación se describen sucintamente, algunos de los géneros identificados, una descripción mas amplia y fotografías de sus características puede encontrarse en el libro "Introducción a los Hongos Fitopatógenos" (Ormeño, 2024).

Alternaria (Nees, 1817), Fig. 2, es un hifomiceto (sin cuerpos de fructificación) dematiáceo (con pigmentación y tonos oscuros o gris verdosos), del orden Pleosporales de los ascomicetos (se reproducen sexualmente mediante la formación endógena de esporas en estructuras con forma de bolsa, conocidas como ascas). Son característicos sus conidios (esporas asexuales) muriformes (dictioconidios). Las colonias presentan un crecimiento rápido, tienen aspecto veloso y coloración grisácea, mas o menos oscura (MarinFelix, 2019). Aunque muchas especies se desarrollan como saprofitos, otras muchas son patógenos de

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

plantas. En la Comunidad de Madrid se observan esporas atmosféricas durante todo el año (Saenz, 2003).

El género *Aspergillus* (P. Micheli ex Aller, 1768) se incluye entre los ascomicetos, en el orden Eurotiales. Es un grupo, próximo genéticamente a *Penicillium*. Sus conidióforos están formados por una cabezuela (vesícula) en el extremo de una hifa, sobre las vesículas se distribuyen estructuras con forma de matraz o botella (fiálides) las cuales producen conidios. *A. flavus* forma colonias verdiamarillas dispersas, los conidios son equinulados (espinosos). En *A. niger* las cabezuelas son marrón oscuro a negro, conidios marrones y con paredes rugosas. El género está incluido entre los hongos de riesgo para la salud humana de la BaseBIO del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, INSST (1997). En la Comunidad de Madrid se han observado esporas atmosféricas durante todo el año (Saenz, 2003). Son saprótrofos, deterioran productos almacenados y pueden ser patógenos oportunistas.

Aureobasidium, Fig. 3, es un ascomiceto, también hifomiceto, del orden Dothideales, descrito por primera vez por Viala & G. Boyer en 1891. Produce conidios (blastoconidios) hialinos (incolores), también forma cadenas de conidios (artroconidios) pigmentados de pared gruesa. Las colonias son de crecimiento rápido, lisas, que se cubren con conidios y adquieren un aspecto mucilaginoso, inicialmente de color crema o rosado, acaban tomando un color marrón o negro (Xiao, 2019). Se encuentran como saprófitos, endófitos y patógenos.

El género *Botrytis* (P. Micheli ex Aller, 1768) es un ascomiceto del orden Leotiales. Forma conidióforos simples o ramificados que llevan, en sus extremos, conidios sobre estructuras conocidas como esterigmas. Los conidios son globosos, esféricos, elipsoidales o ligeramente piriformes y no se encuentran en cadenas. El micelio puede ser incoloro o tomar tonos blancos, cremas o grises de diferente intensidad. En los conteos atmosféricos de esporas en la Comunidad de Madrid, se han observado en el periodo de otoño a invierno. Produce enfermedades en plantas, principalmente por pudrición de flores y frutos, pero también de hojas y bulbos de gran cantidad de especies.

Cladosporium (Link, 1816), Fig. 4, también es un hifomiceto dematiáceo, del orden Capnodiales perteneciente a los ascomicetos. Forma cadenas ramificadas de conidios en los que se aprecia el hilum (cicatriz) bien diferenciado y algunos de ellos, con una forma característica que recuerda a un escudo. Las colonias son de crecimiento lento y textura aterciopelada o pulverulenta. Hay especies endófitas y otras parásitas. En humanos, las esporas pueden producir infecciones, alergias e intoxicaciones, aunque son raras las complicaciones, INSST (1997). En los muestreos atmosféricos, se encuentran durante todo el año en la Comunidad de Madrid, Saenz (2003).

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

Diplocarpon (F. A. Wolf, 1912) es un ascomiceto que pertenece al orden Helotiales. Produce acérvulos (estructuras de fructificación asexual) bajo la cutícula, la cual acaban por romper y salir al exterior. Los conidios son hialinos, y pueden ser bicelulares elípticos u ovalados y también cruciformes con cuatro células. Producen la principal enfermedad del rosal en todo el mundo.

El género *Erysiphe* (R. Hedwig ex DC., 1805), Fig. 5, pertenece al orden Erysiphales de los ascomicetos. Son biótrofos, esto es, sólo pueden vivir y reproducirse sobre células vivas, producen enfermedades conocidas como oídios. El micelio es externo y se desarrolla sobre la superficie de las hojas. Los conidióforos son simples y producen conidios elípticos, cilíndricos o con forma de barril que pueden estar en cadenas más o menos largas. Para la reproducción sexual produce cleistotecios (cuerpos cerrados), conteniendo ascas (sacos, vainas), en el interior de las cuales se encuentran esporas sexuales (ascosporas). En los conteos de esporas atmosféricas de la Comunidad de Madrid se ha observado durante los meses de enero a marzo y de abril a junio.

Fusarium (Link, 1809) es un género de ascomiceto que se incluye en el orden Hypocreales. Suelen producir macroconidios y microconidios hialinos. Los macroconidios son fusiformes curvados, pero a veces no están presentes. Las colonias crecen rápidamente, su color varía de unas especies a otras, cambiando con el tiempo de cultivo, de blanco a tonos amarillos, rosas, rojizos o púrpuras. Son saprótrofos, aunque también, ciertas especies o variedades son importantes patógenos de plantas, produciendo enfermedades propagadas por el suelo.

El género *Golovinomyces* (U. Braun, 1988), Fig. 6, pertenece al orden Erysiphales. Los conidióforos producen conidios elípticos a cilíndricos que están en cadenas con 3-7 células. Los casmotecios (cleistotecios) son globosos, mas o menos deprimidos y sus apéndices son micelioides. Produce manchas pulverulentas (oidio) de color blanco que recubren hojas, peciolo y tallos.

Gonatobotrys es un ascomiceto del orden Coronophorales, descrito por Corda en 1837. Sus conidióforos son erectos, a veces largos, septados, simples u, ocasionalmente, ramificados que, a lo largo de ellos, presentan células engrosadas, cada una de ellas con una serie de dientes, sobre los que se sitúa un conidio, éstos son unicelulares, hialinos, ovoides a subesféricos. Saprófito que puede encontrarse sobre material vegetal y sobre plantas. También es parásito de patógenos como *Alternaria*, por tanto con potencial uso en lucha biológica.

Helminthosporium (Link, 1809) se incluye entre los ascomicetos, orden Pleosporales. Conidióforos rectos o flexuosos, de color marrón y septados, forman un conidio terminal. Los conidios son solitarios raramente en cadenas cortas, normalmente rostrados (con saliente a modo de apéndice), rectos o ligeramente curvados, con pseudoseptos transversales, usualmente con cicatriz

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

pardo-oscuro en su base. Las colonias crecen rápidamente y tienen aspecto viloso o pulverulento. En general se trata de especies saprófitas de plantas leñosas, aunque también pueden ser endófitos y patógenos. En los conteos de esporas atmosféricas de la Comunidad de Madrid se ha observado durante los meses de abril a diciembre.

El género *Microascus* (Zukal, 1885) pertenece al orden de ascomicetos Microascales. Posee anélicas las cuales son células conidiógenas que producen conidios, dichas anélicas se encuentran individualizadas en hifas aéreas o en conidióforos penicilados, los conidios pueden ser lisos o rugosos. Las colonias tienen un crecimiento que puede ser limitado, sus colores son gris claro, marrón, oliváceos o negros. Es patógeno de plantas.

Penicillium (Link, 1809) se incluye dentro de los ascomicetos, orden Eurotiales. Las hifas forman conidióforos que se ramifican en el extremo de un pie o estípote, en cada ramificación pueden formarse métulas (células estériles), sobre las que se forman fiálides productoras de conidios, el conjunto tiene aspecto de "pincelito", lo que da nombre al género. Las métulas pueden estar ausentes. Las colonias tienen un color verde, más o menos oscuro, a veces blanco, con textura afieltrada. Tiene gran importancia en conservación de productos, por el deterioro que produce en vegetales almacenados. En los conteos de esporas atmosféricas de la Comunidad de Madrid se han observado durante todo el año esporas unicelulares de pequeño tamaño, abundantes en todas las preparaciones, algunas de las cuales podrían ser de *Penicillium*. En humanos pueden producir infecciones y otros problemas de salud, estando incluido el género en la BaseBIO del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Las especies del género *Plasmopara* no son hongos, sino que pertenecen al reino Chromista, Phylum Oomycota, orden Peronosporales. El género se describió por primera vez por J. Schröt en 1886. Es parásito obligado de hojas y tallo produciendo crecimiento modificado (mildiu). Al igual que en otros oomicetos (p.ej. *Pythium*), se reproduce por oosporas de origen sexual, producidas por contacto gametangial y por zoosporas de origen asexual. La zoospora es móvil, y se origina dentro de un zoosporangio, los esporangióforos son ramificados, con esporangios de forma oval o elíptica. En los conteos de esporas atmosféricas de la Comunidad de Madrid se ha observado durante la primavera y el otoño.

Podosphaera (Kunze, 1823) pertenece al orden Erysiphales de los ascomicetos, hongo de tipo oidio, es biótrofo obligado y ectoparásito. Los conidióforos son simples y producen conidios elípticos, cilíndricos o globosos en cadenas largas y con cuerpos de fibrosina en su interior. Los casmotecios son globosos o algo piriformes. Poseen apéndices ramificados dicotómicamente y contienen un asca con ascosporas ovales a elípticas.

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

Puccinia (Pers., 1801), Fig. 7, es un género de basidiomicetos (la reproducción se realiza mediante la formación exógena de esporas en estructuras conocidas como basidios) que se incluye en el orden Pucciniales, pertenecen al grupo de las royas. Biótrofo obligado, durante su ciclo de vida desarrolla estructuras reproductivas conocidas como espermogonios, ecios, uredios y telios con diferentes características. En los conteos de esporas atmosféricas de la Comunidad de Madrid se ha observado durante los meses de julio a septiembre. Produce severos daños económicos y ha provocado hambrunas.

Schizophyllum (Fries, 1815), Fig. 8, es un género de basidiomicetos del orden Agaricales. Tiene basidiocarpos sésiles, arriñonados lobulados con láminas que se dividen en su parte inferior. Las hifas son hialinas anchas con conexiones características (fíbulas) en los septos. Basidiosporas hialinas, lisas con cicatriz. Las colonias son algodonosas de color blanquecino a marrón grisáceo claro. Se encuentra en sustratos de madera muerta o troncos y ramas de árboles caducifolios debilitados.

El género *Septoria* (Sacc., 1984) es un ascomiceto del orden Capnodiales. Sus conidios (mitosporas) filiformes, que suelen ser hialinos y multiseptados, se producen dentro de cuerpos fructíferos, en este caso, picnidios, que presentan una abertura (ostiole) de color oscuro. Es un patógeno que produce fundamentalmente manchas foliares, pero también chancros y que puede generar graves pérdidas económicas.

Tranzschelia (Arthur, 1906), es un basidiomiceto del orden Pucciniales, biótrofo obligado, es una roya heteroica, de manera que sobre el cultivo (*Prunus*) se desarrollan uredios y telios, mientras que en anémona lo hacen espermogonios y ecios.

Trichoderma (Pers., 1794), Fig. 9, es un género de ascomicetos que se incluye en el orden Hypocreales. Presenta conidióforos que son repetidamente ramificados, verticilados irregularmente que llevan grupos de fiálides con forma de botella. Los conidios son normalmente verdes, pero, a veces hialinos con paredes lisas o rugosas que se agrupan en los extremos de las fiálides. Las colonias son de crecimiento muy rápido, flocosas, al principio de color blanco y después aparecen zonas amarillo-verdosas a verde intenso que pueden estar formando anillos. Diversas especies tienen capacidad de actuar como antagonistas de patógenos, utilizándose ampliamente en protección biológica.

Venturia (Saccardo, 1882) es un género de ascomicetos que se incluye en el orden Pleosporales. Formas asexuales (anamorfos) de *Venturia* se sitúan en el género *Fusicladium* (Bonord, 1851). Los conidióforos salen simples o en grupos del estroma con conidios obpiriformes (pera invertida), obclavados (clava o porra invertida), elípticos o fusoides (forma de huso) que pueden ser truncados en su

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

base y con algún septo o sin ellos. Sinónimo de *Fusicladium* es *Spilocaea* (Fr., 1819), *S. oleaginea* que produce el repilo del olivo, tiene un micelio que se desarrolla subcuticularmente (repilo latente), produciendo conidios piriformes con un septo transversal a partir de conidióforos unicelulares. Produce importantes daños económicos en olivar.

El género *Wilsonomyces* (Adask., J. M. Ogawa & E. E. Butler, 1990) es un ascomiceto del orden Dothideales, tiene una sola especie, *W. carpophilus*. Sus conidióforos son cilíndricos, septados, ramificados en la base, hialinos a marrón pálido y los conidios fusiformes con septos, de paredes lisas, truncados en la base, Marin Felix (2017). Es un patógeno que ataca principalmente a frutales del género Prunus.

Zasmidium (Fryes, 1849) es un género de ascomicetos del orden Mycosphaerellales. Especies actualmente consideradas del género *Zasmidium* fueron asignadas con anterioridad al género *Stenella*, también a *Mycosphaerella*. A partir del año 2007, *Mycosphaerella*, tal como se entendía clásicamente, se dividió en varias familias que se caracterizan por la similitud morfológica de sus formas sexuales (teleomorfos) (Crous, 2000, 2006, 2007, 2011). Cuerpos fructíferos sexuales (pseudotecios) de color marrón oscuro o negros, globosos, normalmente rodeados por una zona de tonos claros y pared con células angulosas. Ascas bitunicadas que pueden variar en su forma como pera invertida, ovoides, elipsoidales, obclavadas. Ascosporas fusoides a elípticas, con los bordes obtusos (no apuntados) y un septo. En su fase asexual, los conidióforos solitarios en hifas externas, a veces reducidos a la célula conidiógena, sus conidios son solitarios o en cadenas, de forma variable, aseptados a transversalmente pluriseptados, paredes delgadas a algo engrosadas, lisas a verrucosas. Hilum (cicatriz) algo engrosado o con tonos oscuros. Las colonias crecen lentamente, con escaso a moderado micelio aéreo, de colores variados generalmente blanquecinos, grisáceos, verdosos, amarronados o anaranjados, adaptado de Marin Felix (2019). Patógeno que puede producir manchas, generalmente foliares, circulares, a veces con bordes o halo de otro color.

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

Cuadro 1. Géneros recolectados en Tres Cantos

Género	Hospedantes	Lugares
<i>Alternaria</i>	photinia, almendro	Islas huertos
<i>Aspergillus</i>	rosal	Islas
<i>Aureobasidium</i>	pitósporo, almendro	Av. Viñuelas huertos
<i>Botrytis</i>	tomate	interior
<i>Cladosporium</i>	madroño, manzano	Av. Viñuelas huertos
<i>Diplocarpon</i>	rosal	Islas
<i>Eryshiphe</i>	evónimo, chopo, vid, correhuela, col, jaramago	Av. Viñuelas, Islas, huertos, Parque Alcornoques
<i>Fusarium</i>	tomate, ajo, olivo	Interior, Embarcaciones
<i>Golovinomyces</i>	<i>Echium</i> , cerraja	Parque Alcornoques, Islas
<i>Gonatobotrys</i>	almendro	huertos
<i>Helminthosporium</i>	photinia	Islas
<i>Microascus</i>	rosal	Islas
<i>Penicillium</i>	photinia, rosal	Islas
<i>Plasmopara</i>	vid	huertos
<i>Podosphaera</i>	calabaza	huertos
<i>Puccinia</i>	malva	Parque Alcornoques
<i>Schizophyllum</i>	tilo, castaño	Islas, Embarcaciones
<i>Septoria</i>	madroño	Av. Viñuelas
<i>Tranzschelia</i>	almendro	huertos
<i>Trichoderma</i>	calabaza	huertos
<i>Venturia</i>	olivo	Foresta
<i>Wilsonomyces</i>	almendro	huertos
<i>Zasmidium</i>	pitósporo	Av. Viñuelas

Fuente: Introducción a los Hongos Fitopatógenos (S. Ormeño, 2024)

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

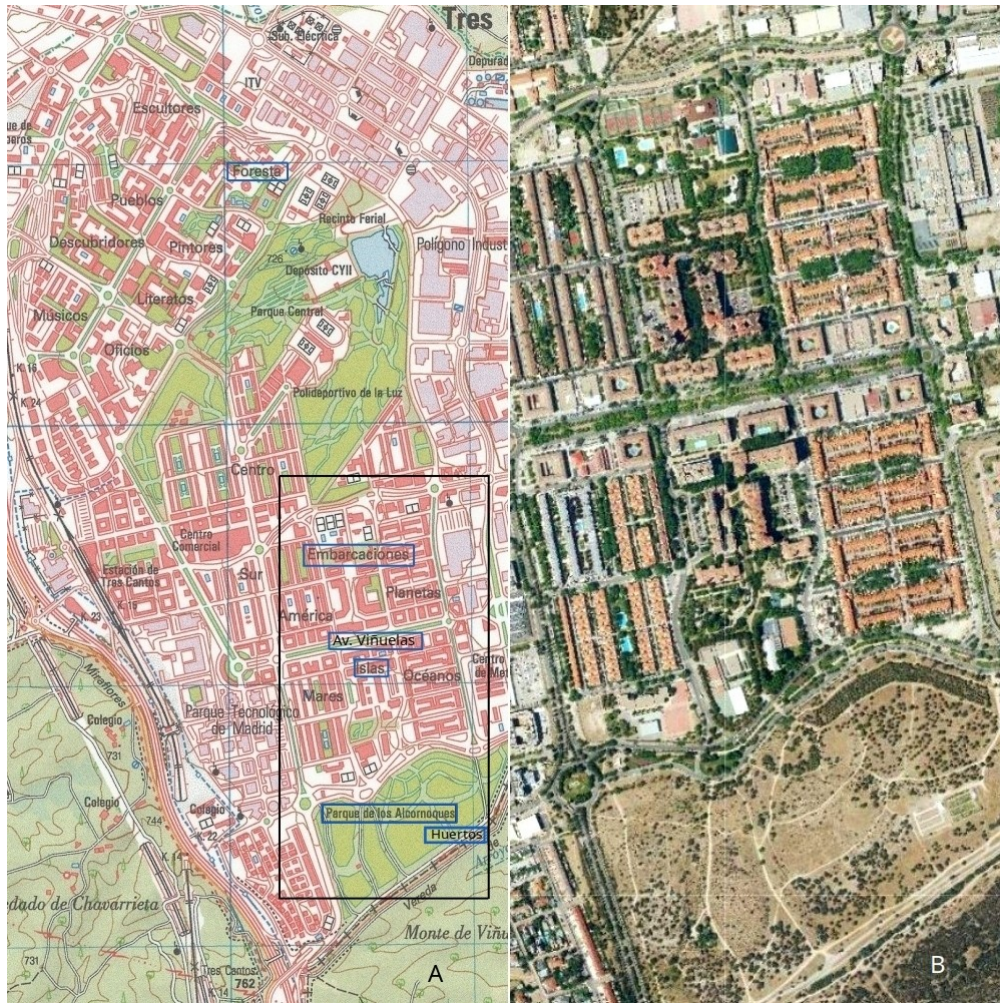


Figura 1. A: Base cartográfica, MTN25 2014-2015 CC-BY-4.0 ign.es, con las zonas de recogida de muestras. B: Selección de ortofotografía 2024 SigPac, Min. de Agricultura, donde se aprecian construcciones y distribución de la vegetación

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

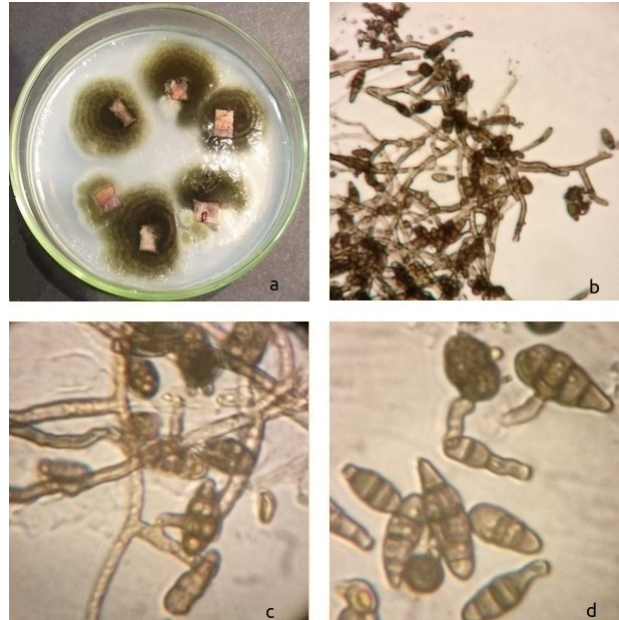


Figura 2. *Alternaria*. a: colonias en PDA con 8 días de crecimiento aisladas de hojas de photinia, b: detalle del micelio, c: hifas y conidios y d: conidios

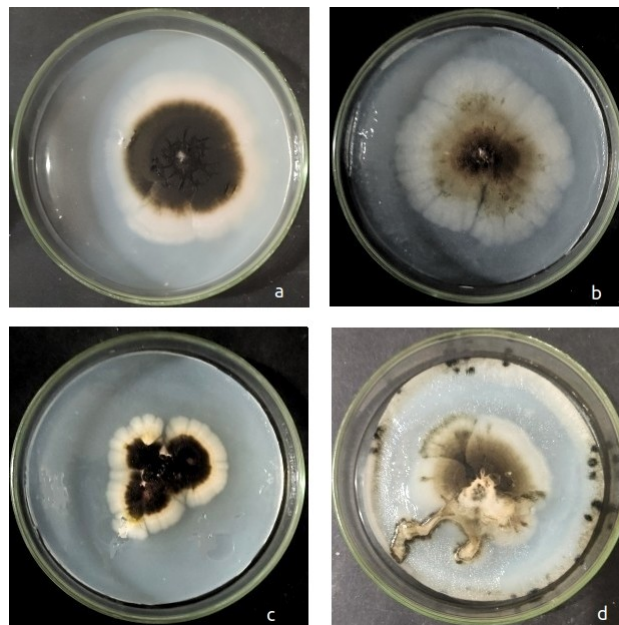


Figura 3. *Aureobasidium*. a: colonia sobre PDA con 23 días aislado de hoja de pitósporo (diámetro de la caja 10 cm.), b-d: colonias sobre PDA con 23, 24 y 21 días aisladas de hojas de almendro

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

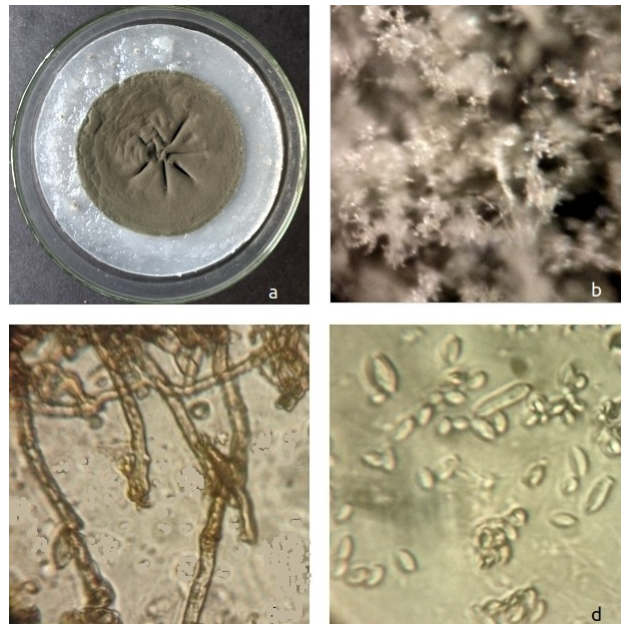


Figura 4. *Cladosporium*. a: colonia sobre PDA con 18 días, aislado de hojas de madroño, b: y c: conidióforos, d: conidios

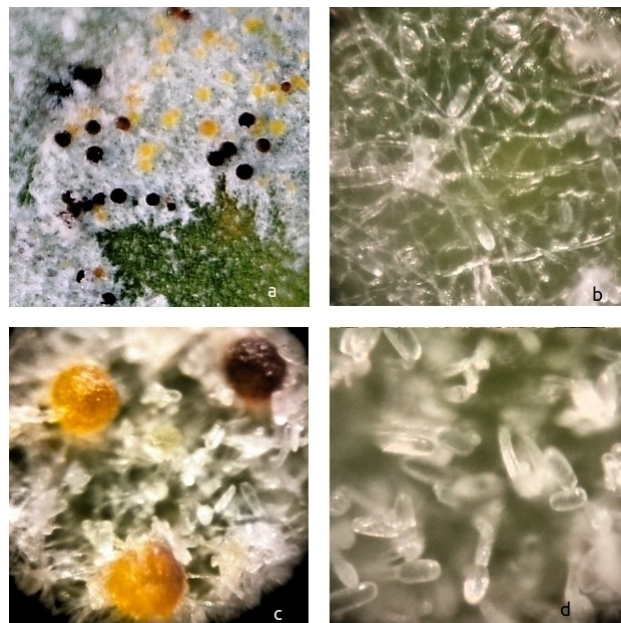


Figura 5. *Erysiphe*. a: micelio sobre hoja de correhuela (*E. convolvuli*), b: hifas y conidios c: conidios y casmotecios, d: conidióforos y conidios

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS



Figura 6. *Golovinomyces*. a: manchas sobre planta de cerraja (*G. sonchicola*), b: vista de conidióforos, c: conidióforos y conidios, d: conidióforos

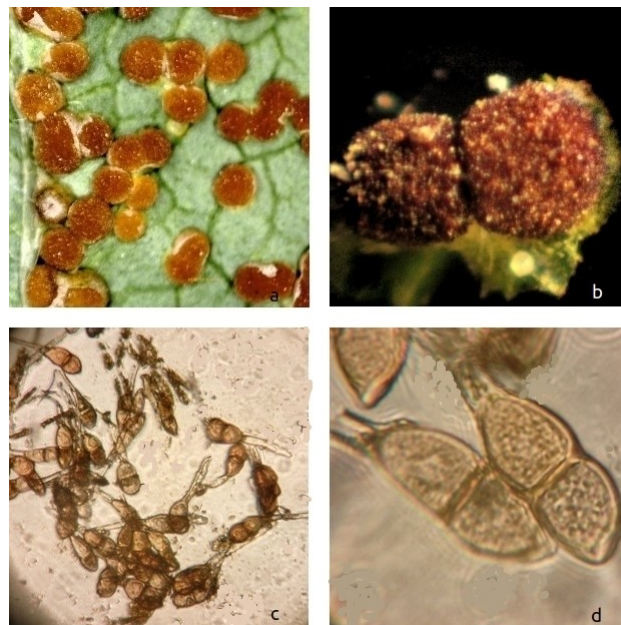


Figura 7. *Puccinia*. a: telios sobre malva común, b: detalle de los telios conteniendo teliosporas, c: teliosporas y d: detalle de teliosporas bicelulares diploides que produzcan basidios con cuatro basidiosporas haploides

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

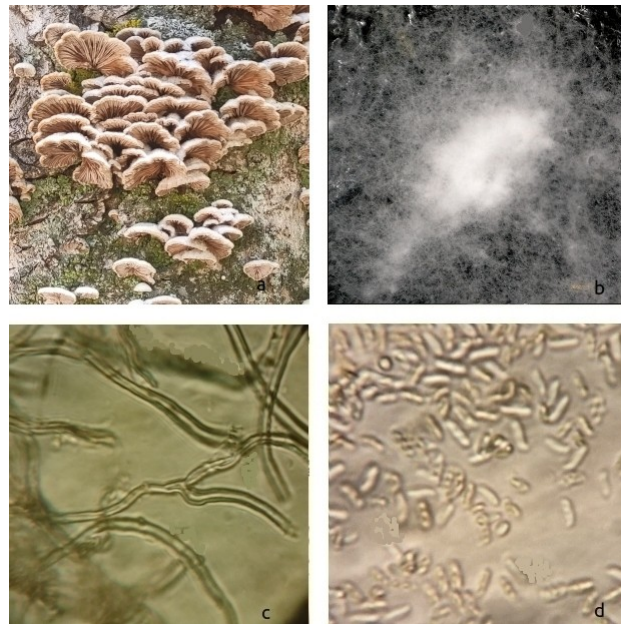


Figura 8. *Schizophyllum*. a: cuerpos fructíferos (basidiocarpos) sobre tronco de castaño, b: micelio sobre PDA, c: hifas del basidiocarpo y d: esporas

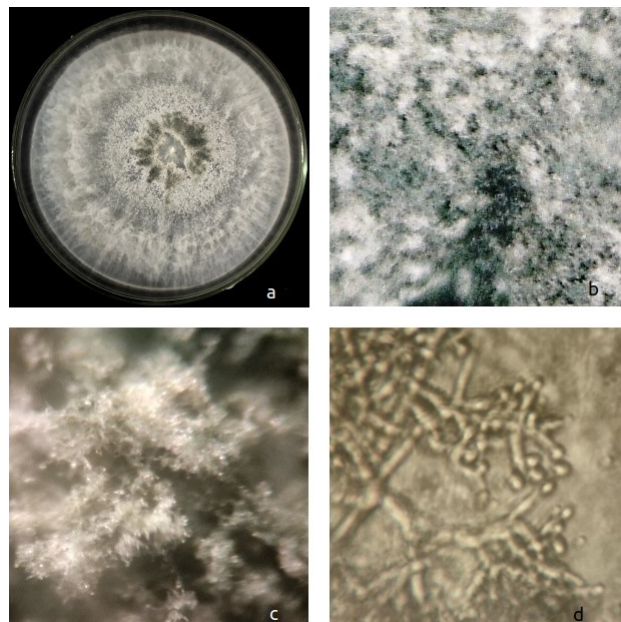


Figura 9. *Trichoderma*. a: colonia sobre PDA obtenida de hoja de calabaza con 7 días, b: detalle de micelio, c y d: conidióforos

5. CONSIDERACIONES FINALES

Se estima que puede haber 8000 géneros de hongos fitopatógenos en todo el mundo, (Crous, 2023). El libro “Patógenos de plantas descritos en España” (Melgarejo y otros, 2010), recogía 195 géneros. En la presente publicación (2024) se refieren 23 géneros. Las comparaciones entre estas cifras son difíciles de hacer, dados los cambios de nombres en los últimos años, particularmente por el uso de técnicas moleculares en la identificación, como la secuenciación del ADN (Crous y otros, 2015).

En general, los géneros observados en Tres Cantos, son muy comunes, se encuentran por todo el mundo, un 40% de ellos se encuentran en la atmósfera de la Comunidad de Madrid, variando su presencia según la época del año.

Algunos de los géneros encontrados son de particular preocupación para los agricultores, causando grandes daños económicos en cultivos herbáceos y plantaciones de leñosas, tal es el caso de *Alternaria*, *Eryshiphe*, *Fusarium*, *Plasmopara*, *Puccinia*, *Septoria*, *Venturia* o *Wilsonomyces*, entre otros. También aparecen géneros que deterioran productos poscosecha, como es el caso de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Botrytis* que, así mismo, pueden causar problemas de salud en humanos, particularmente los dos primeros.

Se encuentran también *Aureobasidium* y *Trichoderma*, hongos que, aunque puedan tener especies patógenas de plantas, también las tienen que pueden ser muy útiles en control biológico de enfermedades.

Es de destacar la incidencia de géneros del tipo oídio (*Eryshiphe*, *Golovinomyces* y *Podosphaera*), que pueden verse particularmente favorecidos por las condiciones atmosféricas del entorno, debido, por una parte, a las altas temperaturas del pavimento y otros materiales de construcción, pero por otra, al relativamente alto grado de sombreado por edificios y arbolado, lo que protege a dichos patógenos del sol directo, esto se ha apreciado, especialmente en herbáceas como cerraja y correhuela.

El género *Diplocarpon* produce mancha negra en rosal y, en las observaciones realizadas, es la principal enfermedad de este arbusto, lo cual sucede en todo el mundo y Tres Cantos no es una excepción.

El género *Schizophyllum* es un basidiomiceto que puede encontrarse sobre madera muerta, pero también sobre troncos y ramas de árboles debilitados, esto último se ha observado en tilos jóvenes, en los cuales, por tener una cruz demasiado elevada, queda el tronco expuesto a la irradiación solar directa, dañando los tejidos. Este tipo de quemaduras son frecuentes, particularmente en plantones.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press.
- Babalola, F., Onefeli, A. O., Borokini, I., Muchie, M. (2013). Socio-Economic Contributions of an Indigenous Tree in Urban Areas of Southwest Nigeria. *African Journal of Science Technology Innovation and Development*.
- Bellot, F. (1978). *El tapiz vegetal de la Península Ibérica*. Blume.
- Berthon, K., Thomas, F., Bekessy, S. (2020). The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity. *Landscape and Urban Planning*. Elsevier.
- Burdon, J. (1987). *Diseases and Plant Population Biology*. Cambridge University Press. Cambridge Studies in Ecology.
- Crewe, K. (2013). Arizona Native Plants and the Urban Challenge. *Landscape Journal*.
- Crous, P., Aptroot, A., Kang, J. C., Braun, U., and Wingfield, M. (2000). "The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs", *Studies in Mycology* .
- Crous, P., Wingfield, M., Mansilla, P., Alfenas, A., and Groenewald, J. (2006). "Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. II", *Studies in Mycology*
- Crous, P., Summerell, B., Carnegie, A., Mohammed, C., Himaman, W., and Groenewald, J. (2007). "Foliicolous *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs on *Corymbia* and *Eucalyptus*", *Fungal Diversity*.
- Crous, P., Summerell, B., Tanaka, K., and Groenewald, J. (2011). "Additions to the *Mycosphaerella* complex", *IMA Fungus*.
- Crous, P. W., Hawksworth, D. L., and Wingfield, M. J. (2015). "Identifying and Naming Plant-Pathogenic Fungi: Past, Present", *Annu. Rev. Phytopathol.*
- Crous, P. W. (2023) "Genera of Phytopathogenic Fungi.", *Gophy*. Plantpathogen.org. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute. The Netherlands (2023).
- Dale, A. L., Feau, N., Berube, J., Ponchart, J., Bilodeau, G., Hamelin, R. 2022. Urban environments harbor greater oomycete and *Phytophthora* diversity, creating a bridgehead for potential new pathogens to natural ecosystems. *Environments DNA*.

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

- Dossier (2020). Qué planter pour les années futures?. En verts et Avec vous.
- Farr, D. F., Rossman, A. Y., and Castlebury, L. A. (2021). "United States National Fungus Collections Fungus-Host Dataset. Ag Data Commons. Dataset. <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1524...>", USDA Fungus Databases.
- IndexFungorum, D. B. (2024). "Online Database", Royal Botanic Garden, Landcare Research NZ, Institute of Microbiology.
- Insst, M. T. (1997). BaseBIO de agentes biológicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social.
- JiménezDíaz, R. M., Montesinos, E. (2010). "Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos", M. V. Phytoma-España, S.L. Sociedad Española de Fitopatología.
- Lorenzini, G., Nali, C. (2014). A challenging job: Plant pathology in the urban environment. *Agrochimica*.
- MarinFelix, Y., Groenewald, J. Z., Cai, L., Chen, Q., Marincowitz, S., Barnes, I., Bensch, K., Braun, U., Camporesi, E. (2017). "Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1", *Studies in Mycology* .
- MarinFelix, Y., HernandezRestrepo, M., IturrietaGonzalez, I., Garcia, D., Gene, J., Groenewald, J., Z., Cai, L., , Chen, Q., Quaedvlieg, W., Schumacher, R. K., Taylor, P. W., Ambers, C., Bonthond, G., Edwards, J., KruegerHadfield, S. A., LuangsaArd, J. J., Morton, L., Moslemi, A., SandovalDenis, M., Tan, Y. P., Thanga-vel, R., Vaghefi, N., Cheewangkoon, R., Crous, P. W. et al. (2019). Genera of phytopathogenic fungi: Gophy 3. *Studies in Mycology*.
- Melgarejo, P., García-Jiménez, J., Jordá, MC., López, MM., Andrés, MF., and Duran-Vila, N. (2010). Patógenos de plantas descritos en España.
- Molina, P., Berrocal, A. B., Mata, R. Guia de vegetación para ambientes urbanos. 2005. Empresa Municipal de la Vivienda. Madrid.
- Mycobank, D. B. (2024). "Online Database", International Mycological Association, Westerdijk Fungalbio, Diversity Institute.
- Ochoa, J , Muñoz, M., Vicente, M. J., Martínez-Sánchez, J. J., Franco, J. A. (2010). Native ornamental species for urban landscaping and xero-gardening in semi-arid environments. *ActaHortic*.
- Ormeño, S. (2023). Introducción sintética a las enfermedades de las plantas. El autor, Madrid.

HONGOS FITOPATÓGENOS EN ENTORNOS URBANOS

- Ormeño, S. (2024). Introducción a los hongos Fitopatógenos. El autor, Madrid.
- Rivas-Martínez, S. y Rivas-Martínez, C. (1968). La vegetación arvense de la provincia de Madrid. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*.
- Saenz, C. and Gutierrez, M. (2003). Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid. Consejería de Sanidad, D.G. de Salud Pública. Madrid.
- SandovalDenis, M., Sutton, D., Gené, J., and Cano, J. (2015). "Redefining *Microascus*, *Scopulariopsis* and allied genera", *Persoonia. Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*.
- Stevens, R.B. (1960). Pages 357-429 in: *Plant Pathology, an Advanced Treatise*, Vol. 3. J.G. Horsfall and A.E. Dimond, eds. Academic Press, NY.
- VanDijk, J., Moreira, X., Barr, A. E., Abdala-Roberts, L., Castagneyrol, B., Faticov, M., Hardwick, B., TenHoop, DeLa Mata, R., Pires, R., Roslin, T. , Schigel, D., Timmermans, B. and Tack, A. (2022). Urbanization affects oak-pathogen interactions across spatial scales. *Ecography*.
- Xiao, H.S. and Chen, R. Y. and Cheng, T. L. and Fang, W. T. and Hsu, C. H. and Chou, J. Y. (2019). Phenotypic Plasticity in *Aureobasidium Pullulans* Isolates. *Intl. J. Agric. Biol.*