

# Los Hongos en el ecosistema

Autor Alfonso Rey Pazos  
lunes, 10 de diciembre de 2007

## LOS HONGOS EN EL ECOSISTEMA (1)

Los hongos de las plantas autótrofas sólo representan una mínima parte de este grupo de organismos presentes en el ecosistema forestal. Podemos considerarlos como la vanguardia de aquella numerosa formación de degradadores de la biomasa acumulada por las plantas verdes, biomasa utilizada posteriormente en sostén de todas las cadenas alimentarias existentes en biosfera terrestre. (Moor-Landecker 1982).

Las formas parasitarias inician tal proceso de degradación sobre el tallo de las plantas verdes, continuándola cada vez más intensamente sobre los órganos, sean hojas o ramas o la planta entera, cuando caen a tierra muertas. Muchos agentes que atacaron los tejidos vivos de las plantas pueden seguir viviendo saprofiticamente sobre los mismos órganos, acentuando fuertemente la degradación de la sustancia orgánica. Posteriormente pueden sobrevivir otro saprofito presente en el entorno que completan tal degradación de la biomasa vegetal muerta.

Los hongos saprofitos están presentes en todos los entornos terrenales y acuáticos, aprovechando los nutrientes de las sustancias orgánicas donde están en contacto. También están presentes sobre la superficie externa de las plantas, donde utilizan las sustancias secretadas por ellas viniendo a constituir particulares zonas de cambio nutricionales con los vegetales, conocidas como filogenéticas o rizoforáceas. Cuando las plantas y los animales mueren los hongos saprofitas participan junto a bacterias, actinomicetes y protozoos en la degradación de sus tejidos, utilizando para su nutrimento las sustancias elaboradas por las plantas.

En tal modo desarrollan una acción determinante en el proceso de mineralización de las sustancias orgánicas y, por lo tanto, a su reciclaje. En este ámbito el papel de los hongos aparece predominantemente como degradación del material orgánico que anualmente viene concedido sobre el terreno de las florestas, particularmente por lo que concierne a la celulosa, componente principal de los tejidos vegetales y la madera. Es de notar que cada especie fúngica resulta capaz de sólo descomponer algunas plantas en función de las enzimas de que están dotadas, según el grado de complejidad química de la sustancia atacada y según el condicionamiento ejercido por los factores ambientales. Las sustancias más simples, son aquellos que están presentes en el citoplasma, son los comienzos de ser atacada y digerida (azúcares solubles y aminoácidos), de las saprofitas. Azúcares, almidón, hemicelulosa y numerosas proteínas son atacadas fácilmente digeridas por varios microorganismos.

Otras sustancias como celulosa, lignina, quitina, ceras y taninos se presentan refractarios a la descomposición y pueden ser sólo acometidas por pocos microorganismos y en condiciones ambientales adecuadas, particularmente si tales microorganismos encuentran sustrato suficiente reserva de nitrógeno, carbono y fósforo adecuado a subvenir más rápidamente su desarrollo. Consecuentemente, mientras el resto de las plantas herbáceas y los organismos animales pueden ser degradados en poco tiempo, la degradación de la madera procede bastante más lentamente. La mayor parte de la biomasa vegetal sometida a descomposiciones es dada por los árboles todavía de pie y caídos a tierra y del maderamen presente sobre el terreno.

Los hongos agentes de la descomposición de la madera se distinguen en 3 grupos en base del tipo de alteraciones provocadas en las paredes celulares.

Los hongos de caries blanda, determinan sólo la distribución de la celulosa en las zonas adyacentes a las hifas y devuelven el sustrato muy blando al tacto. Tales hongos incluyen algunos ascomicetos y algunos ex deteuromicetos (ahora hongos mitosporicos), y son condicionados en sus acciones por un fuerte humedad de la madera.

Más importante como destructores de la madera de las plantas en la floresta son los hongos de la podredumbre roja y cúbica y la podredumbre blanca, que actúan con el contenido de los tejidos invadidos oscila en el 25 % y 40% permitiendo una adecuada aireación.

Los primeros utilizan intensamente la celulosa y las hemicelulosas, la lignina queda en gran parte in descompuesta. En tal caso la masa de la madera alterada mantiene su estructura originaria pero se presenta extremadamente ligera;

desechada esta madera está sometida a fracturas ortogonales entre sí, de ahí el término de caries cúbica. Conciérne comúnmente la madera de las coníferas está en máxima parte determinada por los Polyporaceae s.l.

Los hongos de las caries o podredumbre blanca son capaces de degradar a todos los miembros de la pared celular a principio de la lignina. La celulosa puede quedar a lo largo en la madera y determina el característico aspecto blanquecino, fibroso de la madera. Tal envoltura puede presentarse difusa o localizada en particulares puntos de la masa leñosa.

La caries roja y la caries blanca son determinadas casi exclusivamente por Basidiomycota de la clase Basidiomycetes. También algunos ascomicetes del orden Xilariales son agente de caries blanca de la madera de latifolias.

Los hongos agentes de caries son capaces también de invadir la madera interior de árboles vivos colonizando el duramen y, por ello, a menudo invaden también el árbol, donde se encuentran la reacción de los tejidos vivos. Ellos continúan su desarrollo como saprofitos de la madera de las plantas muertas caídas sobre el suelo y sobre el material leñoso presente en las capas más superficiales del maderamen.

El suelo representa un importante ambiente para la descomposición de la sustancia orgánica en bosques, praderas y tundra. Sobre ello, se acumula el almacén derivado por el repuesto anual del ramaje de las plantas, de las raíces que mueren y de los restos de las plantas herbáceas.

Los hongos son particularmente activos en el espacio más superficial del terreno, 10 cm, disminuyendo su frecuencia con la profundidad, hasta donde está presente el material orgánico. En el terreno el micelio de basidiomiceto es especialmente activo como degradador de lignina. En el humus además intervienen muchos hongos microscópicos como *Penicillium*, *Trichoderma* y *Aspergillus*, degradadores de la celulosa que manifiestan una activa vida saprofitaria y por el cual el terreno es el hábitat natural.

Como ya se ha dicho, muchos hongos se presentan como parásitos en las plantas vivas, continúan viviendo como saprofitas en el terreno, sobre los órganos y en los tejidos anteriormente colonizados. Son conocidos con el término de necrófilos intimados, no siendo capaces de vivir en pugna con los hongos saprofitos forzadas en el terreno.

En la falta de sustancia orgánica la actividad de los hongos saprofitos en el terreno disminuye, para dejar donde falte completamente tales materiales. En estos casos los hongos inactivos pueden sobrevivir en formas de resistencia como esporas, clamidosporas, esclerocios, rizomorfas, al estado de inactividad. Tal condición de inactividad o fungistático, son común en los terrenos. El estado fungistático puede ser fácilmente convertido por la aportación de materiales orgánicos fácilmente degradarles. Eso también vale para los hongos parásitos principales de las plantas, las que pueden venir encontrar en el terreno en estado de quiescencia en ausencia de la planta huésped.

El desarrollo de las setas en el terreno está condicionado por:

- El grado de humedad relativa y del agua libre presente en terreno. Si la humedad relativa sube sobre los 70 °C, la actividad fúngica está más o menos inhibida, mientras que es favorecida cuando su nivel se encuentra próximo los 100 °C. . Si el terreno se encuentra subordinadamente sutil en superficie a estancamiento de agua, la actividad de las setas aeróbicas como son aquellos agentes de degradación, sobrevivan vigorosamente mientras pueda puedan ser favorecidas los microorganismo anaeróbicos si las concentraciones del oxígeno sube sobre el 4%.

- La concentración de los anhídridos carbónicos, que actúan selectivamente sobre los hongos en relación a su capacidad

de adaptación. Los que viven a niveles inferiores al terreno donde el CO<sub>2</sub> tiende a acumularse, inician una mayor adaptación a las altas concentraciones.

- Las temperaturas. Las setas del terreno generalmente se muestran tolerantes a amplias oscilaciones diarias de temperatura, mayor de 35 °C. La tolerancia a las altas temperaturas, >50°C, y mayor en bajo contenido de humedad, < de 85%.

- El pH. También por el pH del terreno los hongos pueden tolerar un amplio campo de variabilidad, a diferencia de la bacterias prefieren pH más elevados, hacia la neutralidad de la alcalinidad.

En diversos casos de progresión del desarrollo de colonias de hongos saprofitos y parásitos en el terreno, puede ser derivada por las manifestaciones que aparecen en superficie. Por ejemplo, la aparición de cuerpos frutales de agaricáceas saprofitas en intermedio de los prados, es índice de una acción degradante de material orgánico presente por debajo del terreno de parte del micelio de las mismas setas. Los llamados "círculos de brujas" que se presentan a menudo sobre los prados, son determinados por una serie de carpóforos de hongos saprofitos, por ejemplo los géneros *Marasmius* y *Lepiota*, dispuestos en círculo entre la hierba; círculos que, en el curso de una estación lluviosa, gradualmente se desarrollan a medida que el radio del micelio avanza alrededor del punto de origen del asentamiento, degradando la materia orgánica presente por debajo del terreno. Las sustancias más simples derivadas por esta "digestión" presentan un origen nutritivo suplementario para las hierbas principales, como aparece para mayor lozanía vegetativa asumidas por ellas.

En otros casos, especialmente sobre los prados artificiales y regados, se manifiestan mortandades localizadas de las hierbas las que, extendiéndose como manchas de aceite, deja sobre la alfombra herbosas características sombras redondas de color; primero de amarillento, luego rojizo, consiguiente al ataque de hongos parásitos de diversos géneros (Smiley et al. 1992)

## INTERACCIONES MICROBIANAS EN LOS HABITATS TERRESTRES.

En los diversos ambientes donde diferentes poblaciones de hongos u otros microorganismos se vienen a encontrar en competición, se pueden manifestar más o menos intensas entre ellas, tendente a la ocupación de un espacio vital por cada una de las especies. En ciertos casos las interacciones pueden solucionarse a favor de ambos organismos manifestados a contacto, en otros casos las interacciones se pueden remediar sólo a favor de las poblaciones de un microorganismo. El resultado de tales interacciones viene a resultar la composición presente de la comunidad de microorganismos.

## COMPETICIONES NUTRITIVAS.

Cuando en el terreno existe abundante sustancia nutritiva, puede desarrollarse una cantidad de microorganismos, cada uno capaz de utilizar los mismos orígenes de nutrición, o más concretamente, cada uno capaz de utilizar un particular grupo de sustancias. Eso ocurre en base al abastecimiento de enzimas que cada microorganismo puede producir, o bien con base a la velocidad que cada uno pueda intervenir en el empleo de particulares sustancias.

## COMPETICION DIRECTA

Se averigua una competición regida si un microorganismo interfiere directamente sobre el desarrollo de otro. En el terreno los hongos pueden ser agredidos por organismos parásitos, (bacterias o algunas especies de hongos), o de animales. A menudo los hongos pueden ser interesadas por fenómenos antibióticos, eso se examina cuando alguno de ellos, (bacterias actinomicetos y hongos) dispensan en el terreno sustancias producidas por su metabolismo que tienen un efecto inhibete cuyo desarrollo de otros microbios presentes más sensibles, efecto que puede acontecer un acopio de concentraciones de tales sustancias.

Los hongos saprofitos que viven en el suelo son más productores de sustancias con elevadas propiedades antibióticas, que les otorga una particular ventaja hacia otros, especialmente hacia los hongos parásitos que quedan fácilmente sometidos.

La interferencia hifal es una forma de antagonismo que se manifiesta por el contacto entre hifas de dos especies fúngicas. La hifa de la especie antagónica determina alteraciones estructurales en las hifas de la otra especie que han contactado, inactivándolas. Eso representa un mecanismo eficiente en frenar el desarrollo de potenciales competidores respecto al mismo sustrato. Esto es lo que se averigua cuando el micelio de *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. viene a contactar con el de *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref., inhibiendo el desarrollo de éste último.

## PARASITISMO ENTRE HONGOS Y ENTRE OTROS MICROORGANISMOS

En la naturaleza los hongos pueden padecer ataques parasitarios de otros microorganismos que, en tal caso, pueden utilizar para su desarrollo los metabolismos presentes en los huéspedes .

Algunas especies de hongos se manifiestan como parásitos respecto a otros organismos fúngicos. Algunos de ellos pueden manifestarse como parásitos obligados, no pudiendo desarrollarse sin el contacto con una determinada especie de huéspedes biotróficos, no teniendo un efecto letal sobre los organismos heridos. En este caso sólo aprovechan algunos metabolismos presentes en los huéspedes indispensables para su desarrollo, según los variados tipos de vitaminas, grasas ácidas y compuestos azoados, como ocurre por ejemplo por *Piptocephalis virginiana*, parásita de hongos Mucorales.

Otros microparásitos en cambio, que no presentan particulares especializaciones hacia determinadas especies de huéspedes, causan la muerte de los organismos heridos, (parásitos necrófilos). Su parasitismo es más ocasional, así actúan a través de enzimas y toxinas alterando el metabolismo del huésped que, en ciertos casos, pueden ser también invadidos por las hifas del agresor. En dicho argumento también logran disfrutar de los metabolismos presentes en el huésped.

Entre los parásitos necrófilos se localizan presentes en el terreno de los géneros *Trichoderma* y *Gliocladium* (entre los hongos Mitospóricos), *Rhizoctenia solani* basidiomiceto de caries de la madera.

Algunos hongos puede soportar infecciones de parte de entidades virales (mycovirus), padeciendo alteraciones más o menos graves de su metabolismo y, por lo tanto, de su comportamiento. Uno de los casos más interesantes es aquel referido al agente del cáncer cortical del castaño, *Cryphonectria parasitica*, que después de haber causado una serie de graves epidemias en Norteamérica y Europa, inicio unas sensibles disminuciones de su virulencia en consecuencia de la difusión de una partícula viral de seERNA, transmitidas por las colonias infectas a las sanas de los hongos por anastomosis hifal.

## CONSECUENCIA DE UN COMPETIDOR

Cuando un nuevo sustrato todavía fresco (tocones o fragmentos leñosos degradados) se ponen favorables, son colonizados enseguida por los hongos saprofitos presentes en su entorno. Los que llegan antes e inician la colonización, se denominan precursores primarios. Los saprofitos que llegan sucesivamente, colonizadores secundarios, los que invaden la parte del sustrato quedan eximidas primariamente entrando en contacto y en competición con éstos últimos. Entonces ambos pueden desarrollarse juntos en el mismo espacio, o bien ocupando cada cual su propio sector proveyendo a excluirse a través de barreras. En tercera instancia un tipo de colonización invade los fragmentos ya ocupados por otro presente, excluyendo este último.

Generalmente un hongo que invade un nuevo sustrato se encuentra limitada a los márgenes de un sector ya invadido por otra especie de hongo, separándose recíprocamente. Tal situación puesta en evidencia por la presencia de carpóforos de dos hongos, de la presencia a lo largo de citados márgenes de particulares estructuras esclerotizadas de defensa.

Cuando un tocón resulta sometido al asentamiento de hongos, se asiste generalmente dentro de ello, a la sucesión de una

serie de organismos fúngicos, cada uno presenta la capacidad de utilizar una determinada serie de sustancias metabólicas simples, presentes en el citoplasma y a los polisacáridos más complejos presente en la pared celular, al fenol. A medida que la parte de las sustancias utilizables en casos determinados el hongo viene a agotarse, hete aquí que interviene otro hongo, caracterizado por la capacidad de tolerar condiciones en que se presenta el sustrato. De otra parte es posible que la sucesión de microorganismos suceda a causa de competiciones antibióticas o por parasitismo de una especie hacia otra.

## SUCESION

Un determinado sustrato generalmente está sometido a una determinada sucesión de comunidad fúngica, que es condicionado asimismo por el entorno en que se encuentra el sustrato sometido a la degradación.

Una sucesión particular de hongos degradadores se manifiesta sobre las partes muertas de las plantas que quedan sobre el terreno como arbustos, ramas tronchadas, hojas y raíces.

Hace falta del mismo modo, considerar que las plantas antes de morir padecen un lento proceso de deterioro que le devuelve sometidas a una cantidad de agresiones de débiles parásitos. Con la muerte de la planta los parásitos pueden vivir como saprofitos. Después de la muerte de la planta entran en acción como primeros degradadores de las sustancia orgánica, aquellos hongos que utilizan los azúcares (compuestos del carbono más simples) el nitrógeno, fósforo y potasio. Dichos hongos tienen un desarrollo considerablemente rápido. Su sucesiva falta es atribuida a su notable susceptibilidad a la acumulación de los productos de su metabolismo, especialmente el CO<sub>2</sub>.

La siguiente fase está dada por la colonización de hongos degradadores de la celulosa que comprenden especialmente los basidiomicetos, las setas mitospóricas y los ascomicetos, que se hallan desfavorecidos en encontrar un sustrato carente de azúcares simples y compuestos nitrogenados.

Estas degradan la celulosa transformándola en celobiosa y glucosa, fácilmente asimilables. El resto del material, después de agotase la fase de la degradación de la celulosa, está constituido por lignina, principal componente del humus, que se degrada muy lentamente por parte de muy pocos basidiomicetos, tiende a acumularse. Dichas setas forman un extensa red micélica que, por el terreno, acapara activamente cada reserva nutritiva utilizable.

Las hongos saprofitos resultar capaces de causar alteraciones sobre los materiales de origen vegetal y animal usados por el hombre, como son la madera y su derivados, papel, algodón, lana, piel y productos alimenticios.

Condiciones de elevada humedad y temperatura del sustrato, son en todo caso, favorables al desarrollo de los hongos sobre materiales de naturaleza orgánica.

La madera de los grandes troncos puede ser atacada por hongos saprofitos, sobre los caídos en el suelo después de la operaciones de corte y de los brotes de madera elaborada y preparados en obra, en caso de que su tasa de humedad se mantengan entre 30 y 60% por un período prolongado. Esto sucede especialmente si dicho material está puesto en contacto o en proximidad del suelo. Entonces se pueden desarrollar diferentes hongos; alguno de los cuales utilizan los metabolismos solubles permaneciendo en las células envueltas de parénquima, a menudo causando coloraciones (azules) que estropean la madera haciéndola inutilizable para trabajos de carpintería; otros hongos acometen la parte celular leñosa alterando las características físicas de la madera. Cuando el contenido de agua dentro de las células es inferior al 25-30% la actividad de los hongos de putrefacción es muy reducida, para cesar totalmente cuando el contenido desciende bajo el 20%. Sólo algunos hongos como *Serpula lacrimans*, puede causar la putrefacción de la madera fuertemente deshidratada, absorbiendo el agua por sus estructuras rizomorfas .

En el caso de que la madera presente un contenido de agua próximo a la saturación, tanto dulce como salada, puede

estar sometida a procesos de decaimiento (caries blanda) causado por algunos hongos mitosporicos y ascomicetos.

También otros materiales usados por hombre como el papel, tejidos o comestibles, pueden sufrir alteraciones de hongos si no son conservados de modo idóneo.

## SIMBIOSIS FUNGICA

Los hongos, no teniendo capacidad de sintetizar sustancias orgánicas como las plantas verdes, son obligadas a utilizar, como las saprofitas, presente en los miembros derivados de los organismos muertos; sin embargo, en su evolución, han hallado la posibilidad de contraer directamente una relación más o menos compatible con otros organismos vivos para producir su nutrimento. Esto resulta evidente en los siguientes casos:

1. de la simbiosis micorrízica, cuando particulares especies de hongos y de organismos autótrofos han asumido la capacidad de intercambiarse los metabolismos orgánicos en ellos presentes como aminoácidos y sales minerales, carbohidratos y ácidos grasos.
2. de las simbiosis parasitarias, cuyo hongo entra en relación con otro organismo para llevar el propio nutrimento, pero sin dar una recíproca ventaja al organismo parasitario, sino provocando un daño.

Generalmente los hongos que participan en tales asociaciones han perdido en parte o en su totalidad de competir con los hongos saprofitos, obligados a la colonización de la sustancia orgánica comprimida en la naturaleza.

Simbiosis micorrízica entre hongos y plantas autótrofas.

En la naturaleza muchos hongos desarrollan una función fundamental como simbiosis micorrízicas de otros organismos, tanto vegetal como animal, condicionando su desarrollo. Un tipo de simbiosis micorrízica entre hongos, algas y líquenes, han llevado a crear para estos, un particular grupo sistemático de organismos.

En el liquen un determinado tipo de hongo, generalmente un ascomiceto o un hongo mitosporico, viven en asociación con un organismo provisto de clorofila (Cianobacterias, Clorofita y Xantofila), el cual produce el nutrimento fundamental.

El nitrógeno puede ser absorbido por el exterior como la urea, amoniaco y aminoácidos.. En algunas especies de líquenes el nitrógeno atmosférico puede ser fijado directamente de las algas azules o de las cianobacterias asociadas. Eso ocurre especialmente en los líquenes epífitos de los bosques templados.

Diversos hongos pueden entrar en relación de simbiosis micorrízica con las plantas superiores, tanto arbóreas como herbáceas, condicionando el desarrollo y la capacidad de adaptación de su entorno. Tal fenómeno de simbiosis está presente en correspondencia de las extremidades radicales y es conocido con el término de micorriza. Actualmente ha sido puesto en evidencia como la micorriza se distingue en varios tipos morfológicos, según la simbiosis se ponen en contacto entre sí.

Las ectomicorrizas, típica de las plantas forestales, se caracterizan por una vaina micélica que envuelve la extremidad radical dejando libre el ápice. De dicha vaina el micelio se extiende en sentido radial intercelular dentro de la parénquima radical formando la así llamada red de Harting. Al exterior de la misma se desvía la hifa de la seta que se difunde por suelo, incluso hilillos de hifas (rizomorfas) blancos que se extienden hacia la superficie del terreno, donde se forman los carpóforos de dichas setas, comúnmente basidiomicetos, Agaricales y ascomicetos, Eurotiales y Pezizales.

En correspondencia de la red de Harting, los hongos absorben los azúcares que las plantas le provee y que son entonces convertidos en polisacáridos insolubles. Las hifas que se propagan por el terreno son destinadas a la absorción del agua y de las sales minerales, principalmente aquellas que están presentes de baja concentración y que son indispensables, particularmente para las plantas superiores; fósforo, amonio y potasio. Todas estas sustancias son almacenadas transitoriamente en la vaina micélica, primeras de ser cedidas a la planta. Esta peculiar función nutricional micorrízica hacia la planta, se revela particularmente positivo en condicionar el desarrollo de las plantas de superar cómodamente los períodos más secos.

Generalmente las setas de las ectomicorrizas presentan un vasto campo de huéspedes pertenecientes a géneros diferentes. Sólo en poco casos son específicos hacia procesos determinados de huéspedes (alerce, Pino cembro, etc.).

\* Las micorrizas vesiculares arbusculares (VA) están presentes sobre plantas herbáceas y arbóreas, sean cultivadas o espontáneas, vigentes en el ecosistema tropical, templado y ártico. Algunos hongos de estas simbiosis son obligadas por algunas especies de plantas que, por ausencia de simbiote, no arraigan. Las hongos V.A. pertenecen a los Zycomycota, orden Glomales, donde pocos géneros crean carpóforos hipogeos; la propagación acaece por esporas, clamidosporas y zigoósporas, esparcidas por el viento, agua, invertebrados y por el excremento de los mamíferos. Las hifas del hongo penetran entremezclándose por minúsculas perforaciones de la pared, dentro de las células de los pelos radicales de la epidermis y el parénquima cortical, originándose las vesículas globulares donde se encuentra elevadas cantidades de lípidos.

Las células radicales de las hifas de los hongos forman donde los "arbusculos" derivados de densas ramificaciones dicotómicas se acumulan los fosfatos del suelo. Estas representan el puente de tránsito de las sustancias nutrientes procedentes del terreno y los carbohidratos provenientes de las plantas.

Factor ambiental favorable al desarrollo de las micorrizas (VA) son como la micorriza ectotrófica, una buena fluorescencia para la maleza, que favorece la fotosíntesis y, por lo tanto, la producción de carbohidratos.

Una mayor mejoría aportada a las plantas verdes de las micorrizas, es la gran extensión de la superficie absorbente derivada por el desarrollo de los hongos en el terreno. Eso permite explotar los recursos nutritivos e hídricos dentro de un volumen de suelo mayor de aquel ensayado de un normal aparato radical, y éste facilita el mejor adaptamento de la planta en condiciones más o menos recurrentes de la escasa fertilidad del suelo.

\* La micorriza ericoide. Diversos géneros de plantas de la familia de las Ericaceae (Rhododendron, Erica, Calluna, etc.), son asociadas con hongos micorrizógenos especies de ascomicetos y hongos mitosporicas cuyas hifas penetran en la



células corticales del ápice radical, formando envoltorios espiralados en contacto con el plasmalema.

Este tipo de asociación se averigua especialmente en los ecosistemas fríos y húmedos, donde falla cualquier posibilidad de fijación de nitrógeno atmosférico por vía bacteriana a causa del bajo tipo de pH presente en el terreno (2-3). En estos ambientes el terreno es rico en sustancias orgánicas que está sometido a lentas descomposiciones. El micelio de los hongos micorrizógenos en cuestión, se extienden entre tal sustrato, a través de secreción de enzimas proteolíticas, hidrolizando las proteínas presentes reduciéndolas a compuestos absorbibles, tanto de aminoácidos como de polipéptidos. Esto permite al hongo también proporcionar a la asociación, compuestos nitrogenados.

\* La micorriza de la orquídea. Sabemos que la orquídea, al menos en la primera fase del desarrollo de su semilla, estando considerablemente carente de reservas de sustancias nutritivas, puede superar de aquellos sus provisiones de hongos micorrizógenos del género *Rhizoctonia*, presente en la semilla permitiendo a la plántula su arraigamiento. Los hongos degradan las sustancias del terreno trasladando a las orquídeas azúcares más o menos complejos (tralosio). Esto sucede en las células radicales de la planta parasitada correspondiente al cubrimiento hifal. Tal forma asociativa puede prolongarse durante la fase de desarrollo de la planta, hasta que deje de asumir la función fotosintética.

Simbiosis micorrízica entre hongos y organismos animal.

como ya hemos hecho referencia, la madera de las plantas muertas se presentan bastante inaccesibles al desarrollo de organismos saprofitos como los hongos. Esto es debido a la complejidad de algunos miembros de la pared celular y la lignina, difíciles de degradar, si no está limitado por grupos de hongos con microorganismos, y a la fuerte falta de sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de organismos vivientes.

Sin embargo, algunas especies de insectos durante su desarrollo pueden superar estas dificultades y también penetrar intensamente en la madera, proveyendo el nutrimento a través de relaciones simbióticas con microorganismos, especialmente hongos. Si los hongos no están presentes el insecto no posee la capacidad de repoblar la madera.

Por ejemplo, los insectos el grupo de los anobios pueden vivir en la madera disfrutando de la simbiosis micorrízica con particulares levaduras presentes en su aparato. Estas levaduras proveen a reciclar las sustancias nitrogenadas incluidas en los excrementos de los insectos y, de tal modo, elaboran varias vitaminas indispensables. Esto permite a los anobios de extender su progresión por la madera, provocando también daños a las estructuras fibrosas viejas.

De hace tiempo son conocidos los hongos de la "ambrosia" (*Ambrosiella*), que viven en simbiosis con los escolítidos de la madera de árboles muertos en posición vertical o caídos en tierra. Estos se incuban en particulares órganos de la madera (micetangios o micangios) presentes en el cuerpo de los insectos mismos, donde se multiplican. A medida que ahondan las galerías en la madera, tales insectos van depositando las heces mezcladas con detritus fibrosos, viniendo así a constituir lechos de cultivo para los hongos de la "ambrosia", que son extendidas por los escolítidos. Dichos hongos pertenecen a los Mitosporicos, especialmente *Monialia* y *Ambrosiella*, poseen una forma de desarrollarse en madera degradando la celulosa y la lignina, consiguiendo así sustancias más simples. Los escolítidos se alimentan del micelio del hongo desarrollado sobre las paredes de las galerías perforadas por ellos, encontrando primordiales cantidades de aminoácidos, vitaminas y esteroides indispensables para completar su ciclo vital. Tal metabolismo está derivado por la urea y el ácido úrico presentes en los excrementos de los insectos.

**SIMBIOSIS PARASITARIAS ENTRE HONGOS Y PLANTAS AUTROTÓFAS.**

Entre los hongos se encuentran los agentes más numerosos de enfermedades de las plantas verdes, algas, musgos, helechos y angiospermas, que producen el nutrimento para su desarrollo. La relación trófica entre hongo parásito y planta se manifiesta de la siguiente forma.

1. a través de una ejercicio del parásito determinando la muerte de las células del huésped, de donde se liberan los metabolismos haciéndolos utilizables al hongo. En este caso estamos hablando de parásitos necrotróficos .

2. mediante el establecimiento de una relación de compatibilidad entre los dos organismos, que permite al parásito convivir con el huésped estimulando a hacer posible por el parásito los metabolismos precisos, (sales minerales, azúcares, aminoácidos, vitaminas), sin que por ello padezca alteraciones letales. En este estamos hablando de parásitos biotróficos.

También se pueden dar casos intermedios, cuyo parásito instalado en el huésped pasa de una fase biotrófica a una necrotrófica (parásito bionecrotrófico).

Generalmente los hongos parásitos biotróficos presentan una elevada especificidad hacia sus huéspedes sobreviviendo en los tejidos hasta su muerte. Estos sólo pueden agredir a una determinada especie de huéspedes o líneas genéticas.

Los parásitos necrotróficos son facultativos; es decir, que tienen la capacidad de vegetar en los tejidos de la planta durante una fase de su vida y, sucesivamente, quedar como saprofitos (saprotróficos), sobre los restos de la planta que mataron (necrotrófos obligados) y también sobre otros restantes arbustitos presentes en el terreno (necrotróficos espontáneos), en competición con los saprofiticos (saprotróficos obligados) que allí están presentes.

Otros tipo de parásitos son aquellos capaces de aposentarse en los tejidos leñosos muertos, (duramen) de las plantas arbóreas, provocando las degradaciones como saprofitos, implicando la estabilidad de las plantas y eventualmente repoblando el árbol de plantas marchitas.

La penetración de los parásitos fúngicos en las plantas vivas puede ser:

\* directa, poniendo en adecuados mecanismos que permiten su penetración a través de las capas del epidermis y periderma de la planta.

\* Por aberturas naturales (estoma, lenticella).

\* Por heridas que ponen al descubierto lo tejidos inertes (duramen).

La penetración de los hongos en el huésped generalmente es originado por un estímulo a trófico físico, de contacto o químico.

La progreso de los revestimientos externos de la planta por parte del parásito fúngico puede se inhibido de su composición química, o de su espesor más compatible con lo medios agresivos del patógeno, o también por otros organismos presentes sobre la superficie de las plantas (filoxera).

Una vez superado éste primer obstáculo, el parásito viene a encontrarse en contacto con las células vivas del huésped. Si allí no se presentan sustancias imprescindibles para el hongo (como algunas vitaminas concretas), éste último se halla inhibido; pero también puede hallar en el citoplasma del huésped sustancias inhibitoras señaladas para su desarrollo (fenol, tanino, etc.).

Si el patógeno es capaz de superar dichas barreos, puede infundir fenómenos de reacciones en los tejidos del huésped indicadas con el nombre de fitoalexina (comúnmente de naturaleza fenólica). En casos extremos el patógeno puede morir contiguo con los tejidos del huésped (reacción de hipersensibilidad). En todos casos, las condiciones ambientales externas o las condiciones fisiológicas del huésped tienen una influencia determinante el resultado de relación patógeno/planta/huésped.

Es aquí lo oportuno de considerar las relaciones actuales entre un antecedente patógeno como un testimonio ambiental y sus huéspedes, si el resultado de la evolución que dichas relaciones hayan tenido en el pasado por las consecuencias de las variaciones de los tres parámetros susodichos (poblaciones de los huéspedes de los parásitos y condiciones ambientales), que hayan sufrido en el transcurso del tiempo, incidiendo en la selección de los biotipos más adaptables y, por lo tanto, por cuanto concierne a las plantas huéspedes de biotipos más resistentes a los patógenos predominantes en las diversas etapas.

En la actualidad estamos asistiendo, en el campo forestal, a la creación de plantaciones arbóreas artificiales, a menudo utilizando selecciones de plantas genéticamente mejoradas y homogeneizadas. Esto ha dado lugar a una selección de genotipos de parásitos cada vez más agresivos, con manifestaciones epidémicas muy intensas, especialmente en el campo agrario

Esto estriba en el hecho de que los hongos pueden exceder los ritmos y los medios de reproducción y multiplicación más óptimos de las plantas superiores, desarrollando por tanto, la capacidad de adaptación de nuevos genotipos del huésped, especialmente si la manipulación de estas se realiza por el hombre presentando genéticamente más homogeneidad.

Los hongos cuentan con diversos medios agresivos puestos en acto, tanto en el proceso de penetración como en la invasión de los tejidos de la plantas. Se trata comúnmente de producciones exoenzimáticas más o menos específicas para cada tipo de parásito, capaz de degradar a los miembros de las estructuras mecánicas además de los productos de reacción del huésped; sobre todo de enzimas, pectonolíticas y celulosolíticas.

Algunas hongos en especial los degradadores de tejidos leñosos, son activos de productores de enzimas emicelulosolíticas y lignonolíticas. Los parásitos biotróficos producen menos exoenzimas que los necrotrofos.

El micelio de los hongos parásitos dentro de los huéspedes puede tener un desarrollo intercelular o intracelular. El primero se localiza en las setas biotróficas que están en contacto con el citoplasma del huésped por precarias ramificaciones, son escuetos. Este penetrando por la pared dentro de la pared del huésped, tienen la función específica reabsorber los metabolismo del mismo. El micelio de los hongos necrotrofos poseen un desarrollo tanto intercelular como intracelular: Más allá de las enzimas secretan otros tipos de sustancias que tienen un efecto negativo sobre el metabolismo del huésped, provocando alteraciones al sistema de la membrana plasmática, plasmalema, tonoplasto, mitocondrias y cloroplastos, induciendo con ello alteraciones que determinan las células. En tales sustancias, dichas fitotoxinas, pueden presentar una menor acción específica hacia el huésped en cuyo tejido han sido difundidas, y sobre ellas comparecen manifestaciones necrotrofos más o menos localizadas, fenómeno que a menudo son asociados con aquellas causadas por la acción lítica de las enzimas sobre, la pared celular.

Típico bajo este aspecto son los fenómenos de infección de los órganos hipogeos de las plantas conocidas como podredumbre radical, que tienen un consecuente efecto debilitante, así como sobre parte epigea de las mismas.

Los traqueomicosis incluso son enfermedades con sintomatología propagada sobre toda la planta, pero derivada de la presencia de parásitos en el aparato vascular, donde vienen difundidos metabolismos, enzimas y toxinas de los hongos.

Hay luego extremos necrotrofos localizados sobre varios órganos derivados por la presencia de infección limitada en

específicos órganos, (hojas secas y ramitas), o en particulares sectores, tanto sobre órganos leñosos (cáncer) como hierbas. Sobre láminas de hojas se presentan manchas necrotróficas más o menos difundidas y anchas (antracnosis), que pueden acarrear a graves desfoliaciones.\*

La presencia de hongos parásitos, en especial los biotróficos como el orín, provocan disturbios en el sistema hormonal de la plantas, produciendo consecuentemente desviaciones en el desarrollo de los órganos atacados. Tales contrariedades pueden ser provocadas por:

1. de la introducción de parte del patógeno de sustancias reguladoras del crecimiento, como sucede por la "gibberellina" producto de *Gibberella fujikuroi*;
2. del aumento del nivel de sustancia auxínica derivada por el condicionamiento elaborado por el patógeno sobre el metabolismo del huésped, como sobreviene con los hongos del orden Uredinales y Traphrinales.

\* Es de notar que las plantas arbóreas quedan sometidas, especialmente en la fase más avanzada de su desarrollo, a ataques fúngicos a menudo extendidos en sugestivos sectores leñosos del tronco y del sistema primordial.

Tales ataques determinan la alteración (pudrición) de la estructura de la planta y comprometen la vitalidad y estabilidad de los árboles. Son origen de hongos pertenecientes en gran parte al grupo de las Polyporaceae, dotadas de un elevado dispositivo enzimático, celusolítico y lignolíticos.

Eso le comporta al huésped el exceso de una parte de nutrientes de los tejidos sanos hacia los tejidos repoblados por los parásitos; nutrientes que siendo utilizados por éste último, se presentan para agravar el desarrollo de la planta del huésped. De otra parte, se presenta a estimular un aumento anómalo de la actividad mitótica en los tejidos interesados, unido al aumento del número de células por unidad de volumen y dimensiones celulares. Esto conlleva la aparición de hiperplasia más o menos evidenciadas sobre los órganos heridos. Generalmente tales formaciones de hiperplasia quedan sometidas a fenómenos degenerativos o a ataques de otros hongos fitófagos.

Los ataques de hongos patógenos pueden provocar alteraciones en las reservas hídricas de las plantas. En los traqueomicosis sucede una disminución de flujo linfático de los vasos leñosos invadidos, por la presencia de las hifas de los hongos y por la acción del material que obstruye dichos vasos (mucílago). Por otro lado, la propagación de toxina en el hongo de la planta altera la funcionalidad del estoma, provocando una rápida deshidratación y desecación de los órganos transpirantes.

En tal contexto la reacción de las células vivas perivasales tienden a obstaculizar la colonización del hongo a través de la reproducción de mucílago y fitoalexinas, contribuyendo a bloquear todavía más el flujo linfático.

Otros ejemplos de hongos parásitos que se desarrollan sobre tejidos de revestimiento como los Oidios, o en el corpulencia de los mismos, determinan fuertes aumentos de la transpiración. Tal como sucede, de modo acentuadamente, lo cometido por Uredinales, los que, en el acto de la producción de su fructificación, determinan extensas laceraciones de los tejidos de revestimiento (epidermis y periderma). Consecuentemente en la planta acaece una detención del envío de los nutrientes hacia los órganos reproductivos. En conjunto se produce un desorden hídrico de la planta, que comporta al final una alteración más intensa de su nutrición.

El desarrollo de un hongo patógeno en un vegetal incluso es conectado con un aumento de la regulación de los tejidos invadidos, derivado sobre todo de un aumento de la actividad biosíntesis alrededor de la zona de infección para la constitución de nuevos metabolismos de acción antibiótica, sobre todo fenol, directo a parar la penetración del patógeno; es decir, enzimas capaces de desactivar los medios de agresión del patógeno. Incluso por parte del patógeno concurre a un aumento del consumo energético gastado para superar defensas mecánicas (epitelio, periderma), y fisiológicas de las plantas.

También la fotosíntesis puede ser alterada por invasión de parásitos fúngicos determinando reducciones de la producción de sustancias hidrocarbonatadas y, consecuentemente, sometiéndolo al desarrollo de las plantas. Esto sucede particularmente aquellos ataques que determinan la muerte de las hojas. Pero eso se puede averiguar en menor medida por aquellos parásitos que difunden en la planta específicas toxinas que, también inhibiendo sólo en parte la actividad del cloroplasto, provocan fenómenos de clorosis del ramaje.

## RESISTENCIA DEL HUESPED HACIA LOS HONGOS PATOGENOS.

Como ya se a dicho, la relación entre las cepas de los patógenos y genotipos del huésped está continuamente subordinado a variaciones a causa de grandes variabilidades recurrente en el tiempo y en el espacio, bien por la constitución genética de las poblaciones del patógeno, bien en aquellas plantas huéspedes, especialmente en las especies cultivadas. Esto último, quedando sometidas a una continua selección por parte del hombre, siempre ofreciendo frente a los patógenos una variabilidad genética más reducida que el patógeno pueda superar por la aparición de cepas virulentas, con amplias posibilidades de ataques sobre poblaciones del huésped genética y estructuralmente más uniformes. Y por lo demás, eso explica como las actuales situaciones de las relaciones entre los antecedentes de la planta huésped y sus parásitos, en su ecosistema natural, representa el resultado propio prolongando su coexistencia en el pasado, durante entrambos han actuado como recíprocos agentes de selección natural, yuxtapuesto al ambiente de dichas relaciones de "simbiosis" si son investigadas.

Todo lo expuesto también pone en evidencia como parásitos presentes en un testimonio moderado pueden constituir

un grave peligro por parte la especie, poblaciones de plantas existentes en contenidos diferentes. Estas en efecto, no habiendo padecido en el pasado el resultado selectivo de un determinado parásito, se muestra fuertemente desprovisto de caracteres genéticos de defensa contra ello y pueden llegar a padecer consecuencias desoladoras. Tal hecho se acentúa particularmente si las condiciones ambientales, climáticas y edáficas, puede favorecer la agresividad de los parásitos introducidos y también una mayor susceptibilidad por parte del potencial huésped.

Por otro lado, hay que considerar como constitución de las poblaciones vegetales artificiales, pongan en todo caso las plantas en condiciones de mayor susceptibilidad frente a los parásitos que en las mismas alcanzaron una condición de equilibrio en los ecosistemas originarios.(2)

## CONCLUSION.

De todo lo expuesto, podemos ultimar como los hongos tengan que ser considerados un miembro natural del ecosistema, en el ámbito de los que han desenvuelto múltiples relaciones con el mundo vegetal, animal y mineral.

En el curso del tiempo tales relaciones enseñan el desarrollo del equilibrio dinámico que ha llevado al mundo viviente a una continua adaptación a los cambios del entorno terrestre.

El estatus del hombre ha alterado tal evolución con sus intervenciones. Por otro lado eso ha llevado al hombre cada vez más íntimamente el mundo que lo circunda y, por ende, a mejorar las posibilidades de convivir con ello. (3)

(1). Artículo realizado por el profesor italiano Francesco Morionde del Departamento de di Biotechnologie Agrarie, Sez de Patología vegetale.\*\*

\*\* Traducido por Alfonso Rey Pazos de la Agrupación micológica "A Zarrota " de Vigo (Galicia). Acabado el día 15 de agosto de 2.007.

(2). A final del citado artículo del profesor Francesco Moriendo, incluimos un pequeño Glosario de términos técnicos que ayudará a la mejor comprensión del mismo.

(3). Convivir con ello.... "siempre y cuando las formaciones socioeconómicas en la que estamos inmersos apliquen medios racionales y globales, favoreciendo al medio ambiente y a la naturaleza y, por ende, a todos los seres humanos, y no globalizados para los de siempre que se autodeterminan "privilegiados" \*\*\*

\*\*\* Nota del traductor.

## GLOSARIO

**ANTRACNOSIS.** Enfermedad producida por hongos que causan la desintegración de los tejidos, formando manchas negras y hundidas en forma de úlceras, localizadas principalmente a nivel del follaje, tallos jóvenes o frutos.

**ARBUSCULARES.** Hongos micorrízicos. Diversidad de hongos micorrízicos y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural.

**ARBUSCULO.** Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación simbiótica establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas (tanto cultivadas como silvestre) y ciertos hongos del suelo.

**AUTOTROFO.** Dicho de un organismo, que, dotado de clorofila o de otro pigmento análogo, es capaz de sintetizar su propia materia orgánica partir de sustancias inorgánicas. Se opone a heterótrofo.

**AUXINICA.** Las auxinas son reguladores de crecimiento que al unirse específicamente a receptores de membrana de células vegetales manifiestan su respuesta interfiriendo en un proceso fisiológico de la planta como puede ser la estimulación de la elongación celular "local"

**BIOMASA.** Abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico.

**BIONECROTROFICO.** Enfermedad de origen fúngico (causa por hongos) en la biomasa, en el que el parásito mata la célula hospedador.

**CELOBIOSA.** Pertenece a un disacárido formado por la degradación de la celulosa. Al hidrolizarse produce D-glucosa.

**CELULOSOLITICO.** Celusolítico. Dícese del aislamiento y caracterización de una cepa de Actinomiceto celulítico, termófilo moderado y acidófilo.

**CERAS.** En los vegetales las ceras son la que recubren en la epidermis de frutos, tallo, junto con la cutícula o la suberina, que evitan la pérdida de agua por evaporación en las plantas.

**CIANOBACTERIA.** Minúscula bacteria de color azul, pequeña, pero sin llegar al tamaño de las bacterias, no tienen una organización como la eucariota pero constan de: una vaina que actúa como medio para evitar la deshidratación, la vaina está formada por pectina.

**CLOROPLASTO.** Orgánulo propio de las células vegetales en el que tiene lugar la fotosíntesis.

**ECTOTRÓFICO.** Se refiere a lo que se alimenta desde el interior.

**EPIFITO.** Dicho de una planta, que vive sobre otra, a la que utiliza como soporte, sin extraer de ella ningún nutriente.

**EPITELIO.** Capas de células que cubren una superficie o limita una cavidad.

**ERICOIDE.** Parecido a un brezo o a sus hojas.

**ESCOLITIDO.** Coleóptero de pequeño tamaño que se alimenta de la madera y que excava galerías subcorticales en sus plantas nutricias; también se le conoce por "barrenillos".

**ESTEROLES.** Los esteroles vegetales están presentes de forma natural, en pequeñas cantidades, en muchas frutas, legumbres, aceites vegetales y otras fuentes similares. Son componentes esenciales de las membranas de las plantas.

**EXOENZIMAS.** Son la excretadas por las células microbianas al medio que les rodea. Agentes importantes en la degradación de restos vegetales hacia pequeños fragmentos que presentan gran área superficial, lo que favorece y estimula la actividad microbiana y exoenzimática.

**EXOENZIMATICAS.** Ver Exoenzimas.

**FILOALEXINAS.** Son las producidas por células vivas en respuesta a un infección de su cuerpo. Son sustancias fungitóxicas.

**FILOGENESIS.** Ver Filogenético.

**FILOGENETICO.** Se dice de la disciplina que estudia las relaciones evolutivas entre las distintas especies, reconstruyendo la historia de su diversificación (Filogénesis) desde el origen de la vida en la tierra, hasta la actualidad. También proporciona el fundamento para la clasificación del organismo.

**FITOALEXINA.** Sustancia que inhibe el desenvolvimiento de un hongo en un tejido hipersensible, producido cuando infecta o parásita un tejido vegetal.

**FITOFAGO.** Dícese del que se alimenta de materias vegetales..

**FITOTOXINA.** Toxina producida por vegetales superiores.

**Funghi Europaei Annarosa Bernicchia.** Polyporaceae s.l. Ediciones Candusso, 2005.

**FUNGISTATICO.** Se refiere a las sustancias que impiden o inhiben la actividad vital de los hongos.

**HEMICELULOSA.** Dícese de la celulosa que supone aproximadamente un 60-80% del total de la materia lignocelulósica , son polisacáridos o hidratos de carbono.

**HEMICELULOSICO.** Relativo a los materiales orgánicos de plantas o árboles, así como de materiales de deshecho amical. También se le denomina Lignocelulósico.

**LIGNINOLITICO.** Dícese del potencial de hongos basidiomicetes endémicos que crecen a expensas de madera en descomposición. Caracterización de los sustratos poliméricos.

**LIGNOCELULOSA.** Cuerpo sólido constituido por celulosa, hemicelulosa y lignina, es el componente principal del la



biomasa terrestre.

LIGNOCELULOSICO. Complejo que aporta casi toda la energía bruta de los forrajes corrientes y de la madera. Ver lignocelulosa.

MICANGIOS. Clase de insectos portadores de esporas que están situados en la cavidad abdominal de la hembra y que desemboca en la base ovipositor.

MICETANGIOS. ver Micangios.

MITOSPORA. Espora producida como resultado de una división mitótica.

MITOSPORICO. Ver Mitospora.

ORTOGONAL. Dícese de lo que está en ángulo recto. Proyección ortogonal.

PARENQUIMA. Tejido formado por células vivas con morfología y fisiología muy variable.

PECTINOLITICO. Se refiere a la degradación del polisacárido pectina que requiere la participación de diferentes enzimas, las cuales componen el sistema pectinolítico.

PERISPERMA. Tejido de reserva de algunas semillas.

PERIVASAL. Tejido conjuntivo esclerótico. Enfermedad que consiste en la atrofia o endurecimiento de cualquier tejido u órgano, por el excesivo desarrollo del tejido conjuntivo.

PLASMALEMA. Membrana del plasma: capa semipermeable del protoplasma.

PROTEOLITICAS. Dícese de las enzimas que con su actividad actúan degradando los componentes principales de la matriz extracelular y membrana basal.

RIZOFORACEA. Árbol o arbusto de la familia Rizoforaceae difundido en las regiones tropicales. Familia del orden Myrtales especie que suministran una madera dura y resistente a la humedad.

TONOPLASTA. Membrana que envuelve la vacuola en la células de plantas y hongos.

TRALOSIO. Pertenece a un disacárido como(malta, lactosa, sacarosa), primeros en entrar en reacción, pero también antes de hacer su entrada en la célula, tienen que hidrolizarse con monosacáridos.

TRAQUEMICOSIS. Enfermedad con sitomalogía producida por el hongo *Leptographium gallaeciae*, propaganda sobre la planta, es especial sobre el *Pinus pinaster*.

XANTOFILA. Dícese de los compuestos químicos perteneciente al grupo de los carotenoides. Se encuentran asimismo de forma natural en muchas plantas, son compuestos pigmentados y presentan también acción fotosintética. Estos pigmentos más resistentes a la oxidación que las clorofilas proporcionan sus tonos amarillos y parduscos a las hojas seca.

Bibliografía:

Fungi Europaei

Poyporaceae s.l. - Annarosa Bernicchia

Edizioni Candusso 2005.