

El curioso tercer Reino

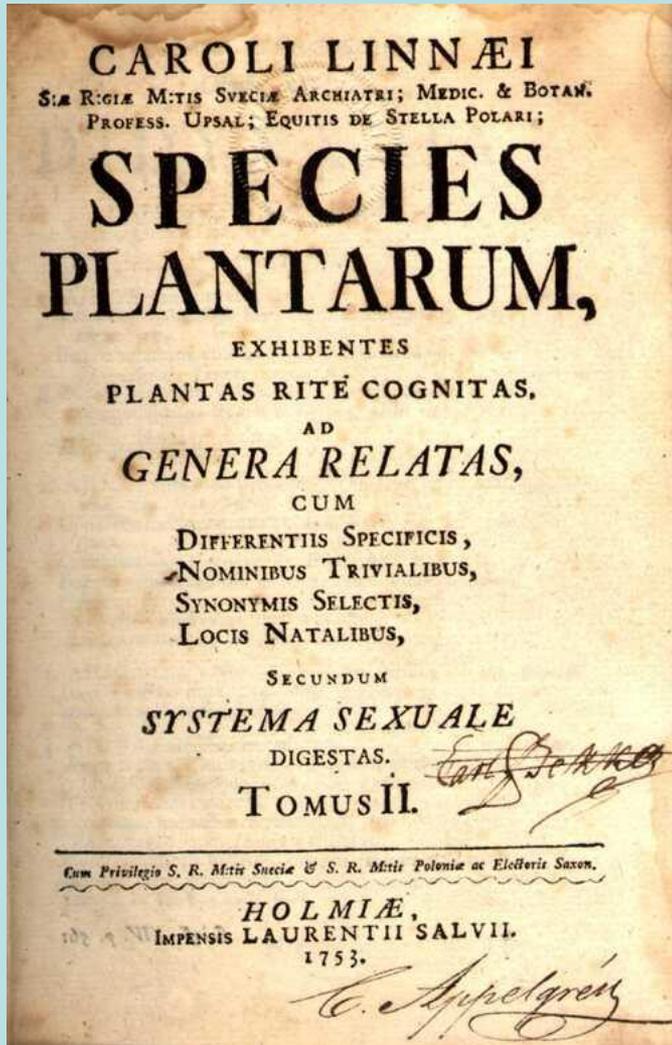


Ricardo Folgado Bisbal

VII Jornadas Micológicas de Cardenete

Cardenete, 2 de noviembre de 2013

Carl von Linné (1707-1778)
“Species Plantarum II” (1753)

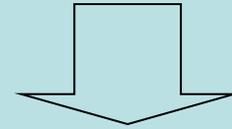


Elias Magnus Fries (1794-1878)

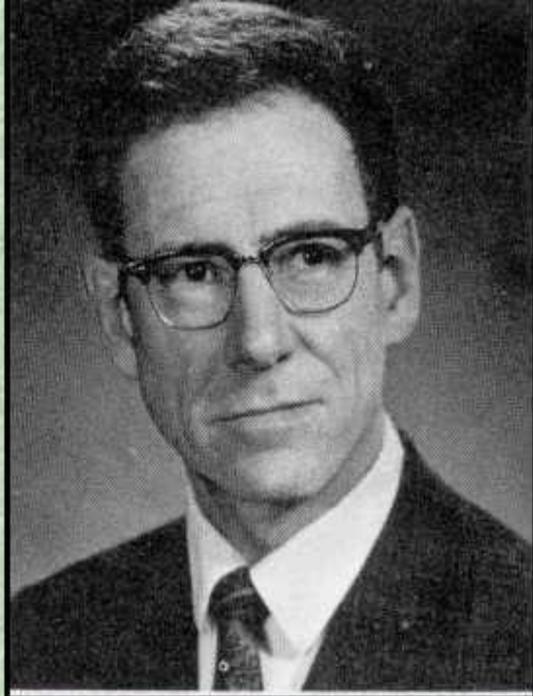
“Systema Mycologicum” (1821)



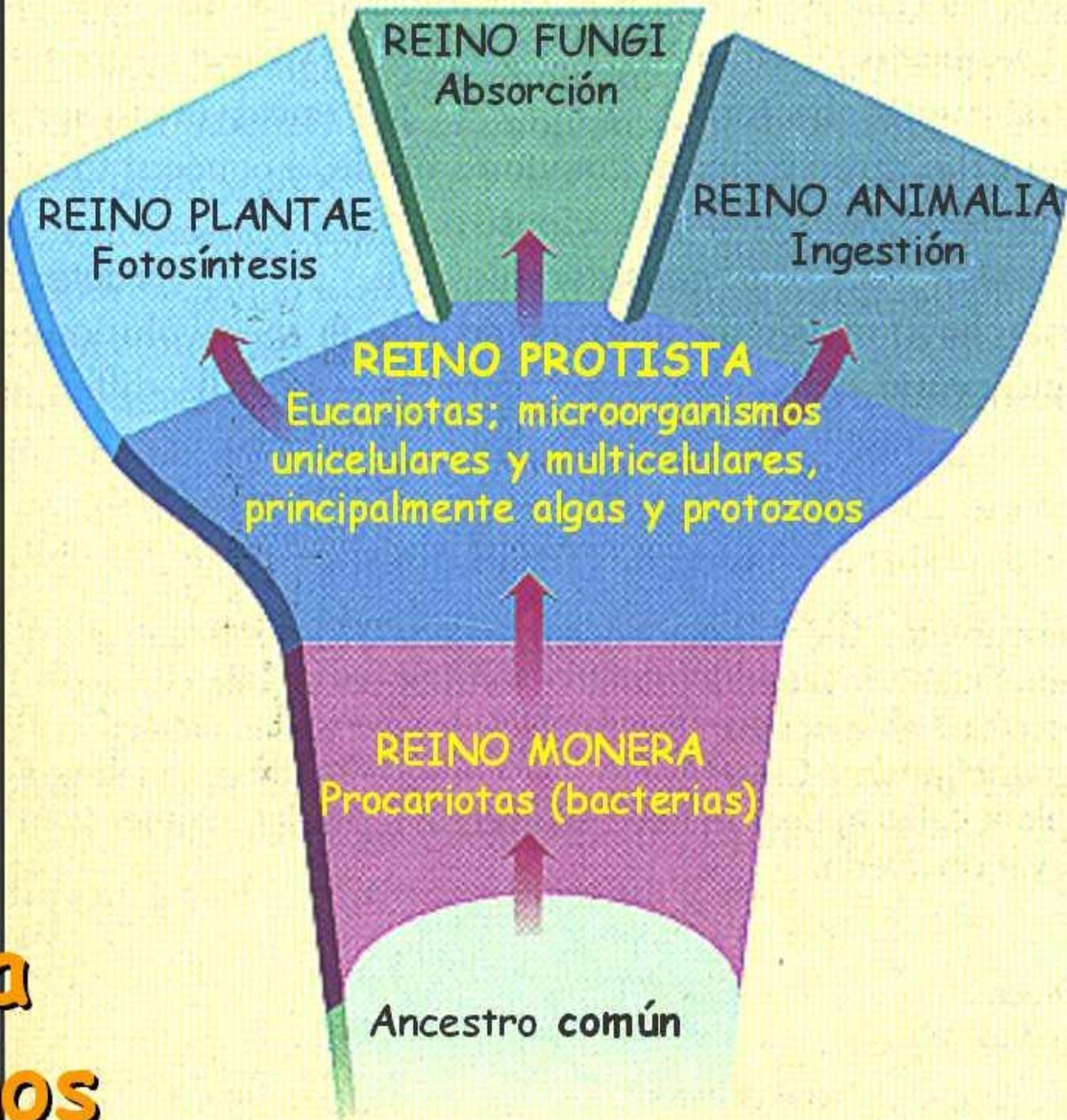
Los Hongos



Reino *Fungi*



T.H. Whittaker (1924-1980), ecólogo norteamericano, creó en 1969 el sistema de 5 reinos.



El sistema de 5 Reinos

Caracteres de los HONGOS

- Eucariotas, la mayoría multicelulares.
- Heterótrofos que adquieren alimento por absorción.
- Pared celular de quitina.
- Saprófitos (descomponedores), parásitos o simbiontes (líquenes y micorrizas).
- Alrededor de 1,5 millón de especies.
- La biología molecular los coloca más cerca de los animales, a partir de un ancestro común en los protistas. Vía de síntesis de la lisina = AAA

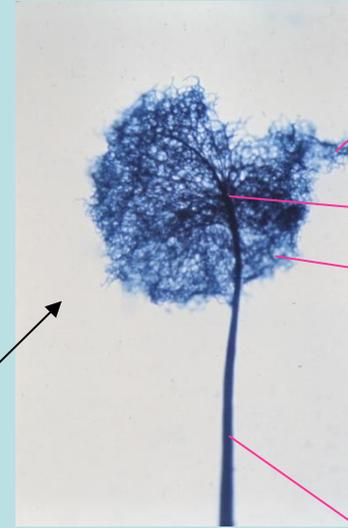


Esporangio de
Mucilago crustacea



Etalio de
Leocarpus fragilis

Myxomycetes



peridio

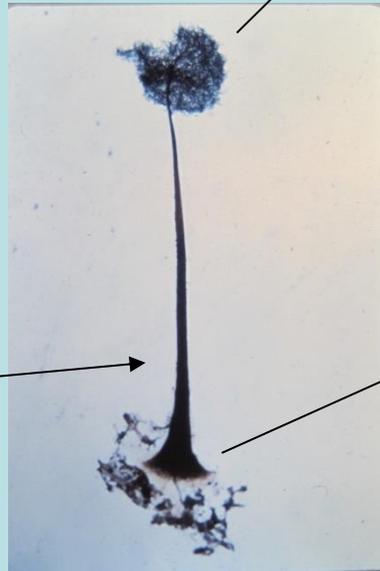
columela

capilicio con esporas

estípite

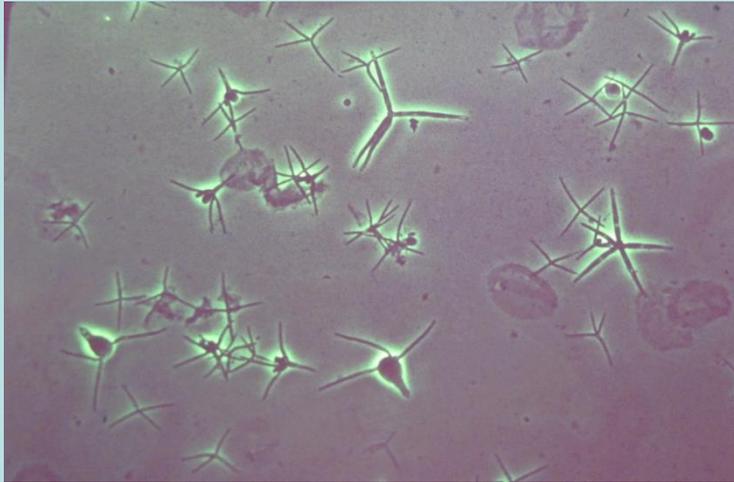
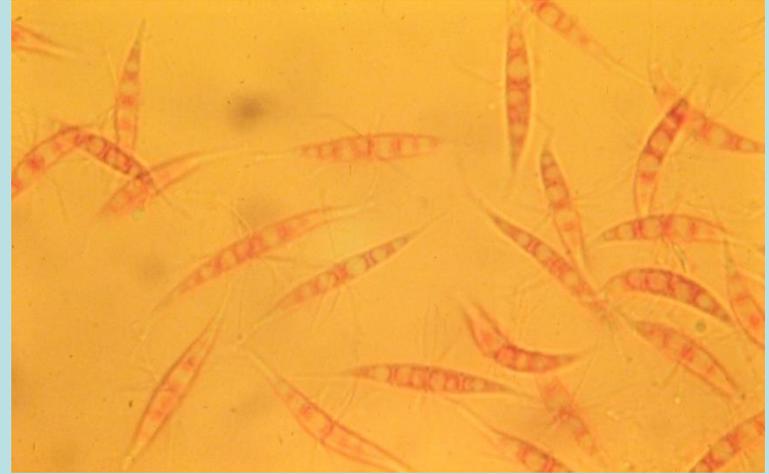


Esporociste de
Cribraria cancellata



hipotalo

Hungos imperfectos (Deuteromycetes)



ZOOMINGERS

Los mohos



Moho negro del pan

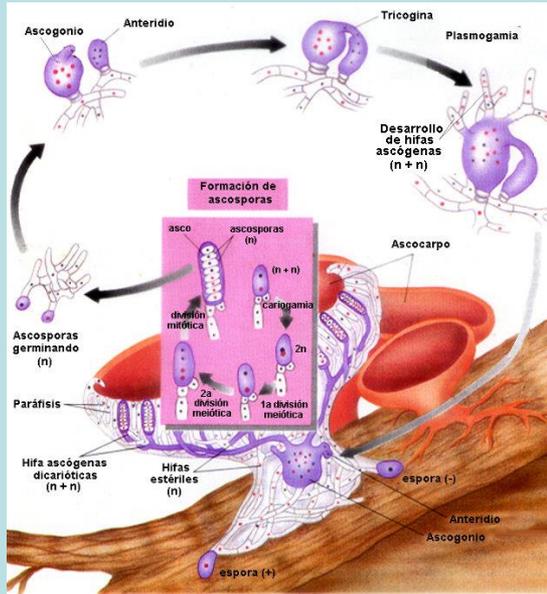
Rhizopus nigricans



Moho blanco

Mucor mucedo

ASCOMYGOTA



Sarcoscypha coccinea



Lophodermium pinastri



Chlorociboria aeruginascens



Plicaria endocarpoides



Xanthoria parietina



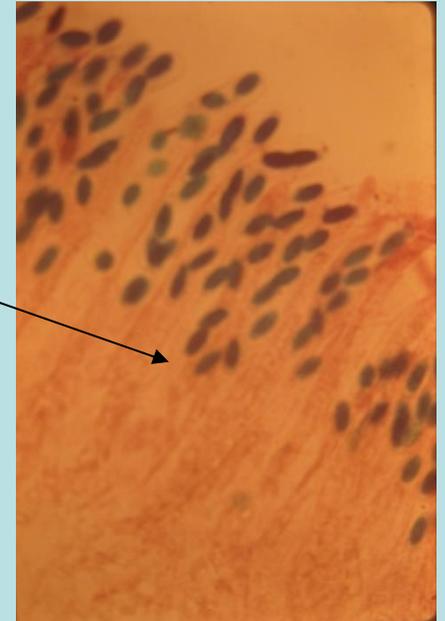
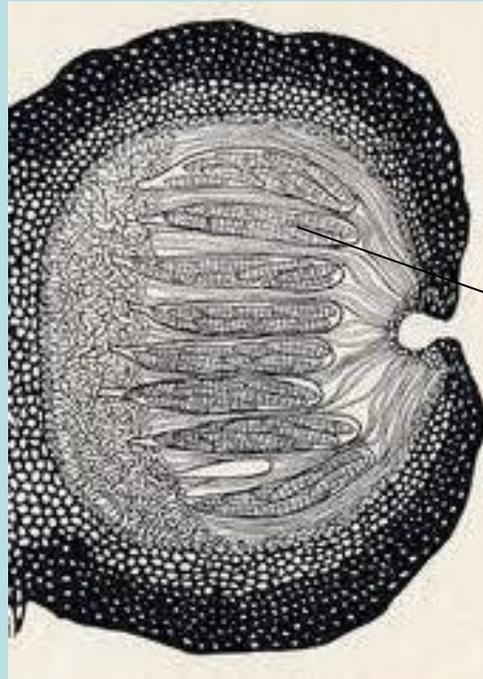
Morchella rotunda



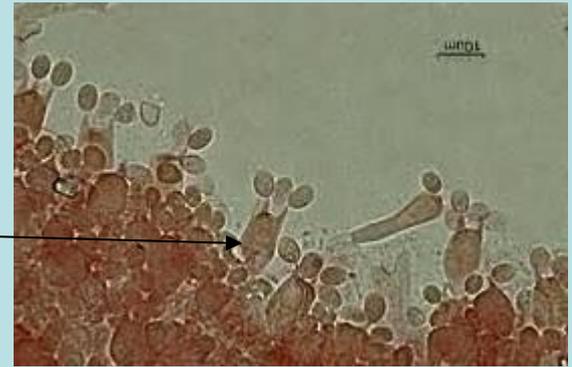
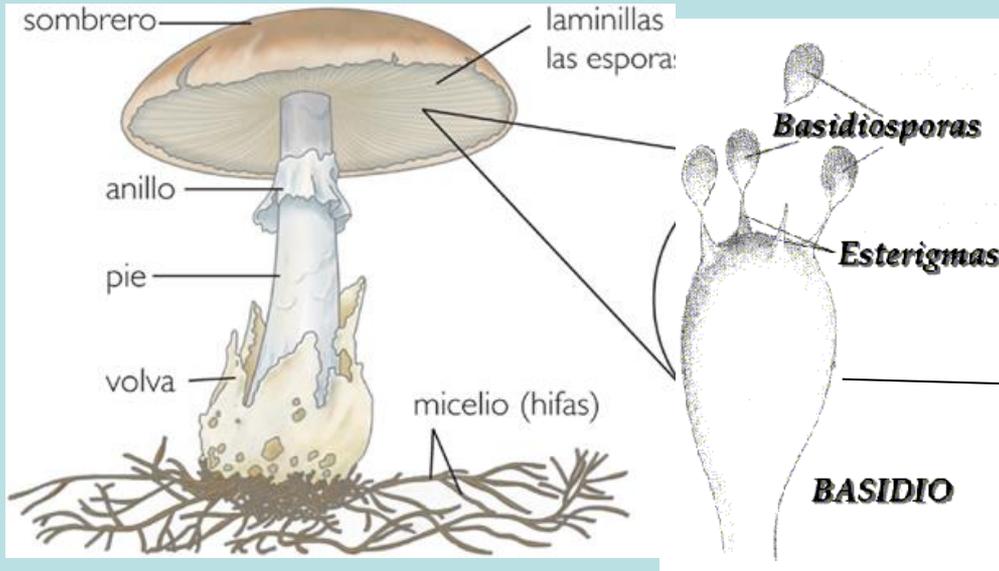
Morchella vulgaris



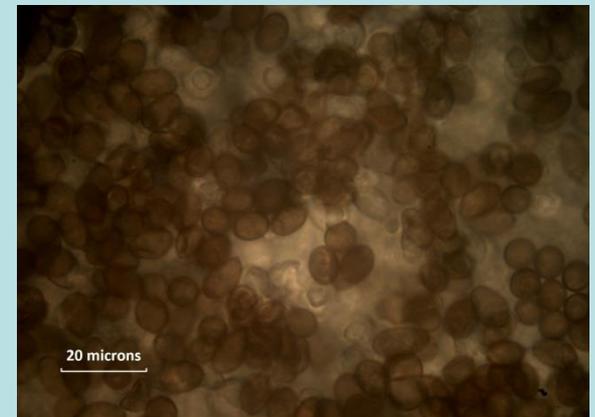
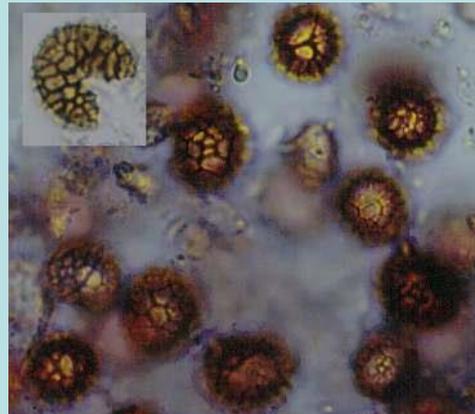
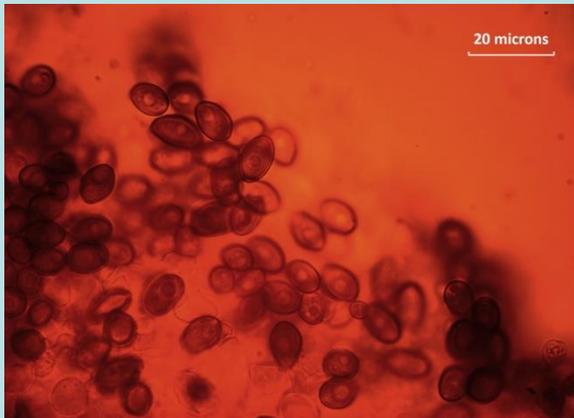
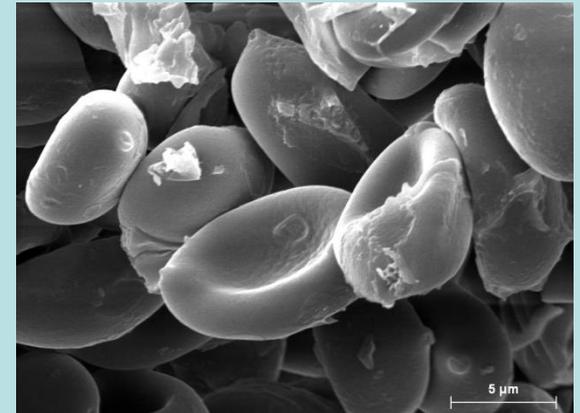
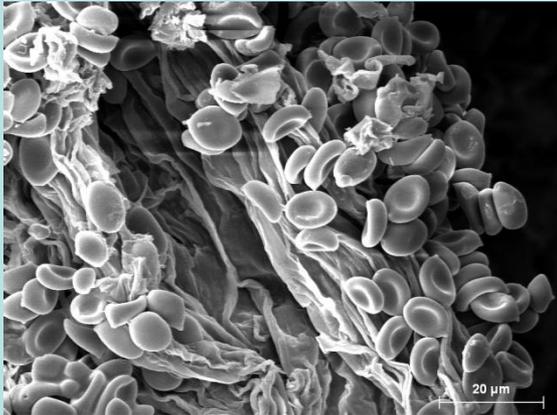
Morchella conica



BASIDIOMICETOS



**Las esporas de una seta pueden desplazarse por el viento cientos de kilómetros.
Cada seta produce millones de esporas.**



5 hongos que han marcado el devenir de la Humanidad

- *Amanita muscaria*
- *Amanita phalloides*
- *Penicillium notatum*
- *Agaricus campestris*
- *Agaricus bisporus*



Amanita muscaria



Ya era conocida y venerada por los Arios 2000 años A.C., considerándola como el “SOMA” u hongo divino de la inmortalidad

Pincipios activos mayoritarios:

Muscazona

Muscarina

Ácido iboténico

Muscimol

Ácido tricolómico

Bufotenina



•El muscimol, el elemento psicoactivo de la ***Amanita muscaria***, se mantiene activa en la **orina** hasta por siete reingestiones ...





Estos hongos son el psicoactivo más antiguo que ha empleado la humanidad.

El pueblo chukchi, los lapones, los koriak, los cheremies, los vogules iukaguir, los zirianos iukaguir y los kamchadales de la península de Kamchatka, junto con otras tribus de Siberia Central cerca de los ríos Ob y Yenisei, muestran una gran difusión del uso del hongo visionario casi hasta la actualidad. De hecho, en el inmenso territorio siberiano todas las creencias tradicionales estaban ligadas a la figura suprema del **chamán** y éste mantenía el consumo del hongo enteógeno en el centro mismo de sus prácticas mágicas y terapéuticas.

Y en el continente americano también se tiene noticia de dos pueblos que aún continúan usándolos como parte de sus rituales chamánicos: los chippewa y los dogrib, asentados al sur de la frontera entre los Estados Unidos y Canadá.



Amanita phalloides



Sin duda, el logro médico más importante del pasado siglo fué la utilización de los **ANTIBIÓTICOS**, tras el descubrimiento fortuito por parte de Alexander Fleming en 1928 de los posibles efectos beneficiosos de *Penicillium notatum*.



De 3000 a 4000 metabolitos secundarios han sido aislados, después de probar miles de cultivos de hongos



Antibióticos

Penicilina

Howard Flory, ayudado por Ernest Chain, lograron purificar la Penicilina y convertirla en un antibiótico viable para humanos. Alexander Flemming, a quien se le atribuye generalmente la creación del antibiótico, fue, en realidad, quien descubrió las propiedades curativas que tenía.

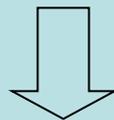


Penicillium notatum



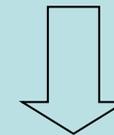
Penicillium chrysogenum

Década de
1930



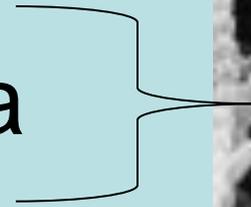
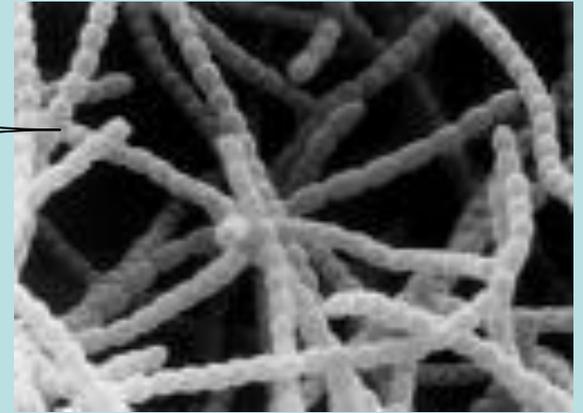
2 mg/l de cultivo
(2 UI/mL)

Actualidad



40 g/l de cultivo
(35.000UI/mL)

Rifampicina y Rifamicina



Kanamicina



Streptomyces mediterranei

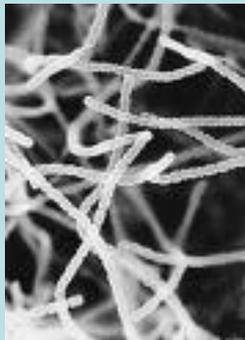
Streptomyces kanamyceticus

Neomicina



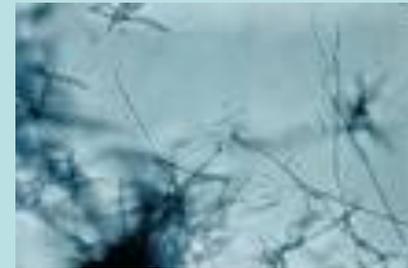
Streptomyces lavendulae

Estreptomicina

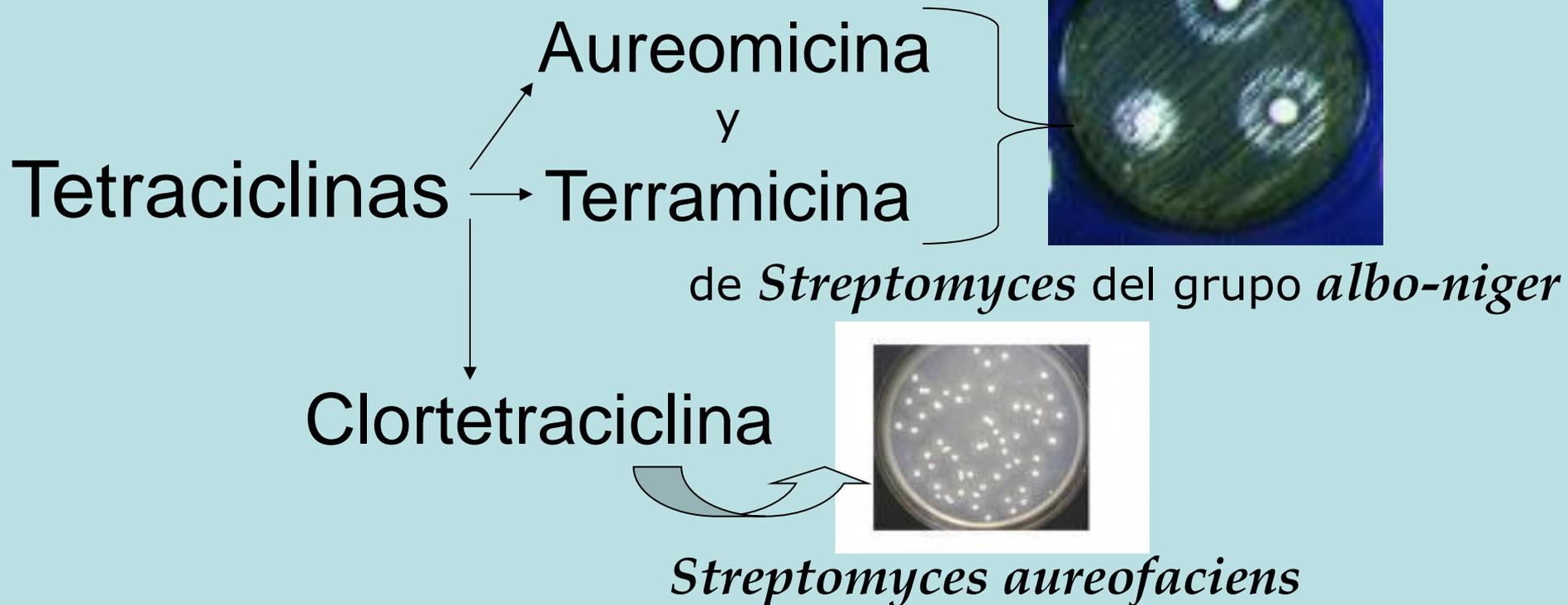


Streptomyces griseus

Cloranfenicol



Streptomyces venezuelae



Griseofulvina



Penicillium griseofulvum

Gentamicina



Micromonospora sp

Clodobotryum rubro-brunnescens

Rubrobramida

Hyalodendron sp

Hialodendrósidos A y B

Coniothyrium sporulosum

Microsporulona

HIFOMICETOS → *Fusarium sp* Apidicina

Delitschia confertaspora Flutimida





Pseudoplectania nigrella

Plectasín

1ª defensina
obtenida de
hongos



Clitocibina *Clitocybe geotropa*



Piperacina

Lactarius piperatus

Mucidín

1er antibiótico producido industrialmente de un basidiomiceto



Oudemansiella mucida



Collybia confluens

Collybial



Marasmius scorodoni
Scorodín



Agaricus xanthodermus

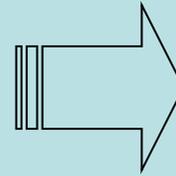
Agaridín

Los champiñones



Agaricus campestris

Basidios tetraspóricos



Agaricus bisporus

Basidios bispóricos

Cultivo de hongos a nivel mundial:

Según un estudio de la F.A.O \implies 6.200.000 toneladas/año

De ellas, más de la mitad (**55%**)
corresponden al cultivo de champiñón, en
sus diferentes variedades:



Agaricus bisporus

Champiñón de Paris



Agaricus brunnescens

Champiñón Portobello



Agaricus blazei

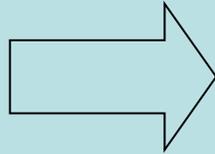
Champiñón de Brasil o “del sol”

15 % de la producción mundial



Lentinus edodes Shiitake

Cultivo

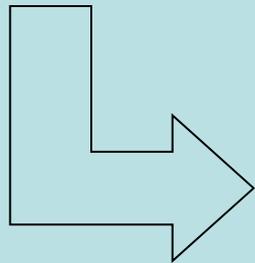


10 % producción m.



Pleurotus ostreatus

Seta de ostra u orellana (mal llamada seta de cardo)



12 % producción m.

Volvariella volvacea



Cultivo de champiñón



Hace 25 años:

1º U.S.A.

2º Francia

3º España (con 50.000 tn)

En la actualidad:

Espectacular incremento de cultivo en Asia (China y Japón), que ha hecho multiplicar la producción mundial **por 5** en los últimos 25 años.

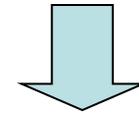
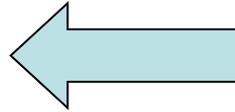


Condiciones óptimas de cultivo:

Tª de 12 a 14 °C

Humedad entre 75 y 80 %

Curiosidades de los hongos



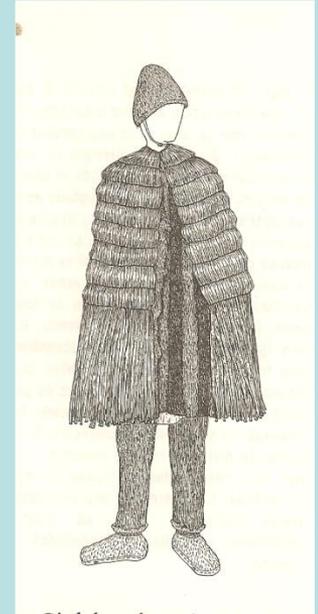
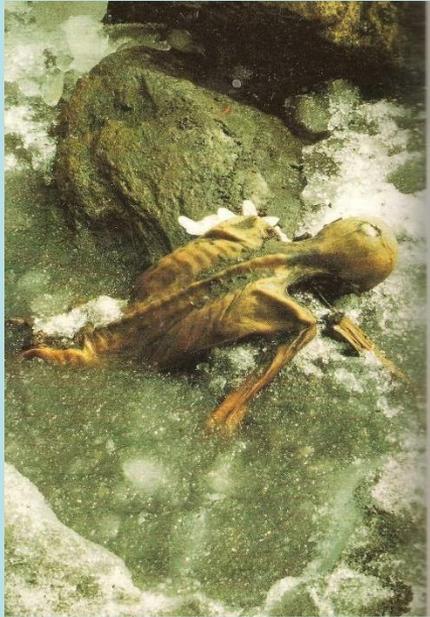


Las setas más antiguamente utilizadas (de las que se tenga constancia)

En 1991 se descubrió, enterrado en el hielo de un glaciar en el Tirol Sur alemán, en el valle de Ötz, en el pico de Similaun, un hombre que llevaba allí, momificado, 5.300 años.

Gracias a exhaustivos estudios se ha podido averiguar cómo iba vestido y qué portaba...

Se encontraron dos tipos de setas: la una para hacer fuego y la otra para uso medicinal como “botiquín de campaña”.



Fomes fomentarius

Yesquero



Piptoporus betulinus



Setas de Libro Guinness

El himenomiceto (basidiomiceto) más grande, localizado en México, puede llegar a pesar 20 Kg

Macrocybe titans





Las setas más caras del mundo

La trufa del Piamonte puede llegar a alcanzar los 3000 € (ó más) por Kg

Tuber magnatum



RÉCORD ABSOLUTO:

En 2007 se llegó a pagar por una trufa blanca de 1, 5 Kg...

!!!226.000 €!!!

Tuber melanosporum

Las setas más grandes (I)



Se localizó en 2003 un ejemplar que medía 150 cm de diámetro y 4,25 m de circunferencia, en los Reales Jardines de Kew Londres



Rigidoporus ulmarius

Las setas más grandes (II)



Fomitiporia ellipsoidea

Se localizó en China, en agosto de 2011.

Medidas:

10 m de longitud

80 cm de anchura

5 centímetros de espesor

Peso estimado: 450-500 Kg

450 millones de esporas



Las setas más grandes (III)



El hongo más grande del mundo es uno de la especie *Armillaria ostoyae* que se encuentra en el **Parque Nacional Malheur**, en el estado de Oregon, Estados Unidos; mide casi 9 km² y se calcula que tiene un peso de 600 toneladas. Podría tener hasta 2.500 años de vida.

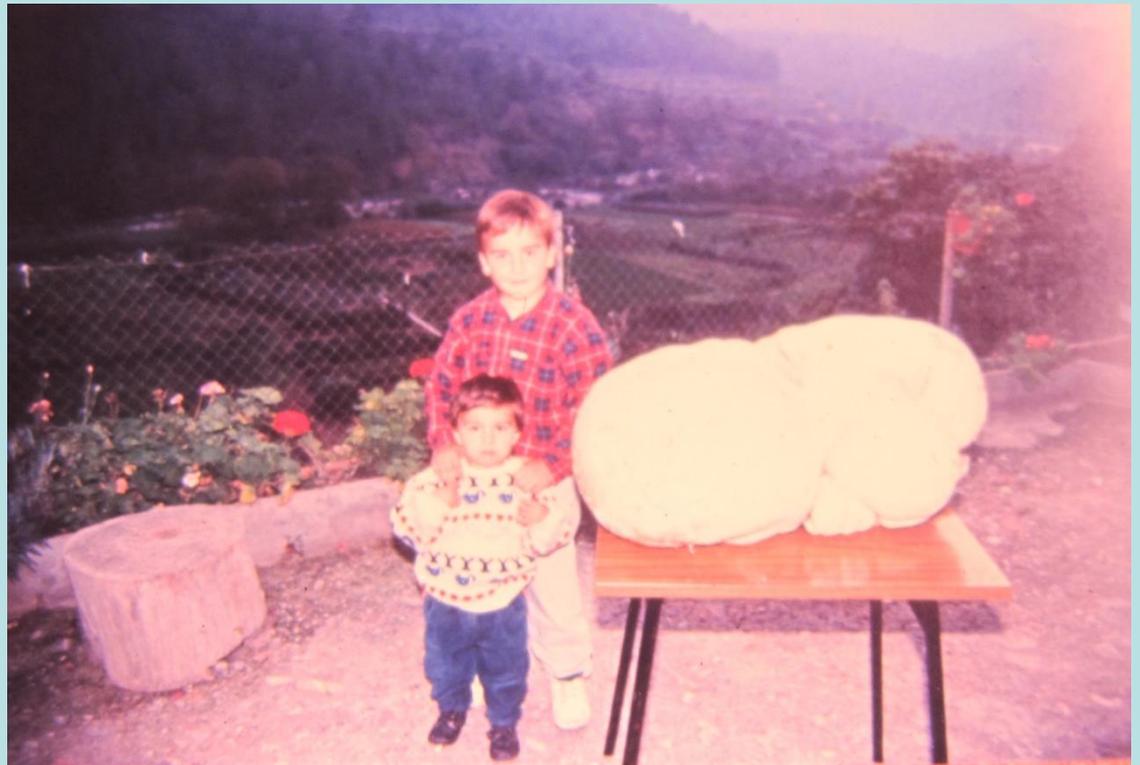
Armillaria ostoyae (Romagn.) Heink





Crecimiento en ocasiones “explosivo”

**Ludiente, Castellón,
noviembre 1994**





Phallus impudicus



Coprinus comatus

La seta “nazi”

LA CURIOSA FORMA DE ENCRIPTAR MENSAJES DE LOS ALEMANES... GRACIAS A UNA SETA



Propiedad de deliquescer



¿Las setas son “mágicas”?



En la Edad Media se relacionaba la aparición de setas con reuniones de brujas en el bosque, de ahí el nombre de los **corros de brujas**.



Setas “camaleónicas”



Russula olivacea (Schaeff.) Fr. Nombre común: Blava.



... o que mutan



Agaricus dulcidulus



Lactarius sanguifluus



Boletus radicans

boletol → boletoquinona

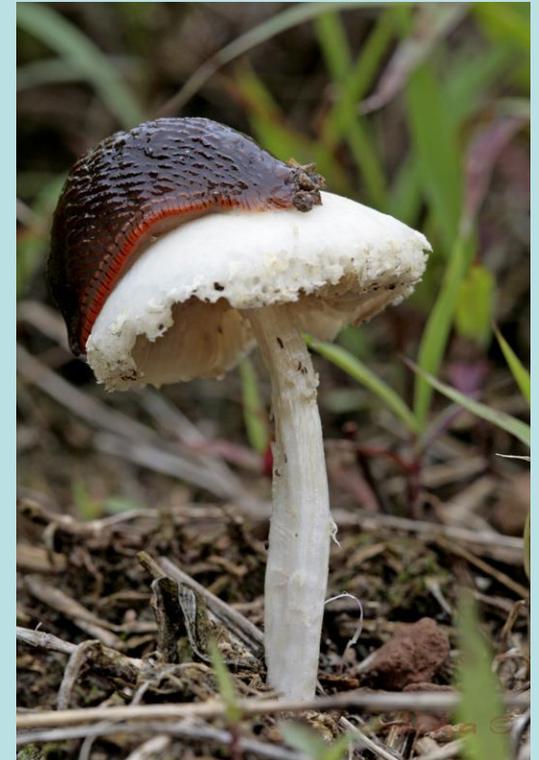


Lyophyllum immundum

Las enemigas de los seteros



Las grandes enemigas de los “seteros”: las babosas. Aguantan 1000 veces más la toxicidad que los humanos



MICORURAL

¿Quién se alimenta de las setas?

Los DÍPTEROS y las SETAS SILVESTRES



ESCIÁRIDOS



LARVA

Ocasiona los principales daños en el interior de una seta, realizando galerías desde el pie hasta el sombrero.



PUPA

Las larvas de este díptero forman agrupaciones en el interior de las setas, protegiéndose dentro de una masa algodonosa. En otras ocasiones salen al exterior formando capullos en cuyo interior completan su ciclo.



PUPA

Cuando las larvas emergen al exterior forman una masa algodonosa que les permite mantener unas condiciones de humedad y temperatura propicias para alcanzar el estado de pupa y completar su ciclo biológico.



DAÑOS



Tal y como se observa en las fotografías las galerías que forman las larvas de estas moscas provocan un grave daño a la estructura de la seta, acumulándose restos de su actividad biológica. Este hecho aumenta su poder de atracción hacia otros dípteros que se alimentan de materia orgánica en descomposición. Otros dípteros responsables de ocasionar daños primarios en la estructura de una seta son FÓRIDOS y CECIDÓMIDOS.

PUPAS



Sciaridae



Phoridae



Heleomyzidae



Drosophilidae



Dryomyzidae



Calliphoridae



Scatopsidae



Cecidomiidae



Thephritidae

DÍPTEROS ADULTOS



Sciaridae



Cecidomiidae



Scatopsidae



Phoridae



Tephritidae



Drosophilidae



Heleomyzidae



Dryomyzidae



Lauxaniidae

Las hembras de los esciáridos, fóridos y cecidómidos realizan la puesta en el suelo, de ahí que se conozcan como las moscas del suelo. Son consideradas también vectores de otras plagas que afectan a las setas, transportando por fosis ácaros perjudiciales.

El resto de dípteros son considerados plagas secundarias, ya que aparecen en las setas cuando ya están muy dañadas interviniendo en el proceso de descomposición de las mismas.

Las setas son, mayoritariamente, atacadas por moscas. De la eclosión de sus huevos, aparecen las larvas que tan habitualmente localizamos en **algunos ejemplares.**



Setas “con luz propia”



Armillaria mellea

La bioluminiscencia es debida a dos sustancias:

- una luciferina termoestable
- y una luciferasa termolábil.

La segunda oxida a la primera, dando la **oxiluciferina, que es la que es capaz de emanar luz.**



Omphalotus olearius



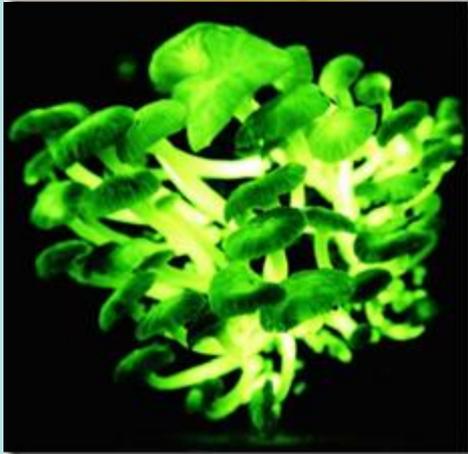
Mycena epipterygia

De los 1,5 millones de especies de hongos estimadas sobre la Tierra, solo 71 de ellas se sabe que son bioluminiscentes.

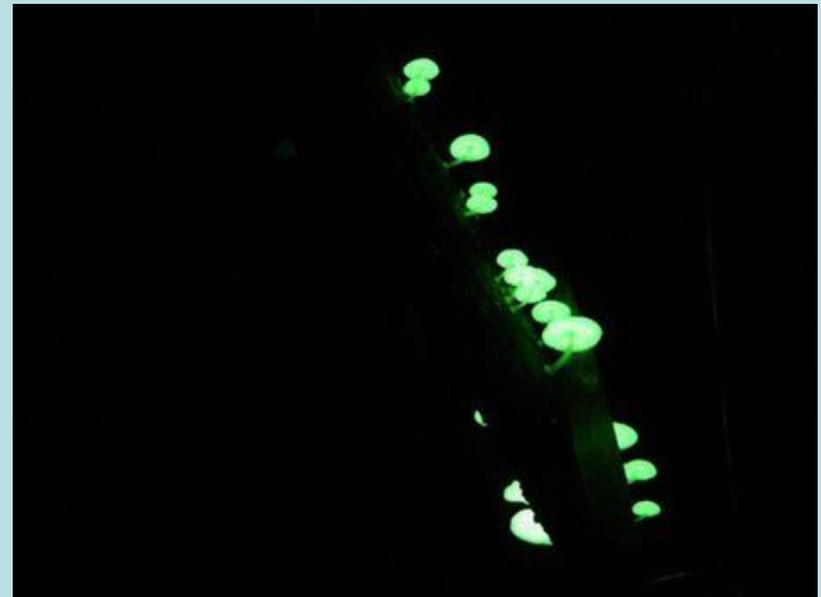


Mycena pura

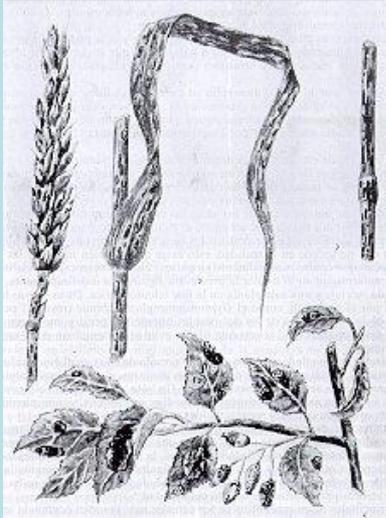
En São Paulo (Brasil) se ha descubierto un hongo luminiscente (*Mycena luxaeterna*) que crece sobre las ramas de los árboles de bosque Atlántico. Las diminutas setas, con menos de ocho milímetros de diámetro y con una longitud inferior a dos centímetros, tienen un estipe cubierto de gel que brilla constantemente emitiendo una luz verde amarillenta.



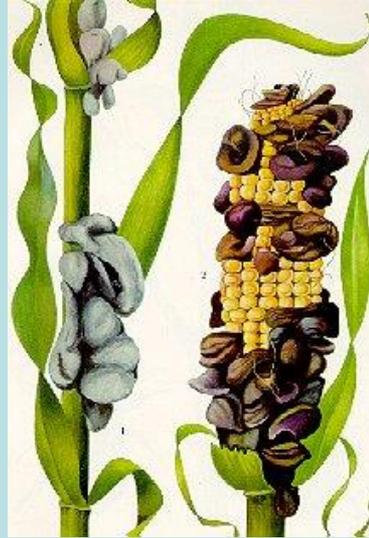
El fenómeno de los hongos luminiscentes se da entre fines de mayo hasta julio en los bosques de la Isla de Mesameyama en Ugui, en la Prefectura de Wakayama (Japón), aunque también se encontraron ejemplares en las zonas costeras del sur de la península de Kii, en Kyushu y otras regiones. Miles de visitantes realizan visitas nocturnas guiadas por los bosques de Mesameyama, para asombrarse con el espectáculo.



Hongos que nos arruinan



Roya en cereales
Puccinia spp.



Carbón del maíz *Ustilago maydis*



Sarna o roña del manzano
Venturia inaequalis



Mildiu de la vid
Plasmophara viticola



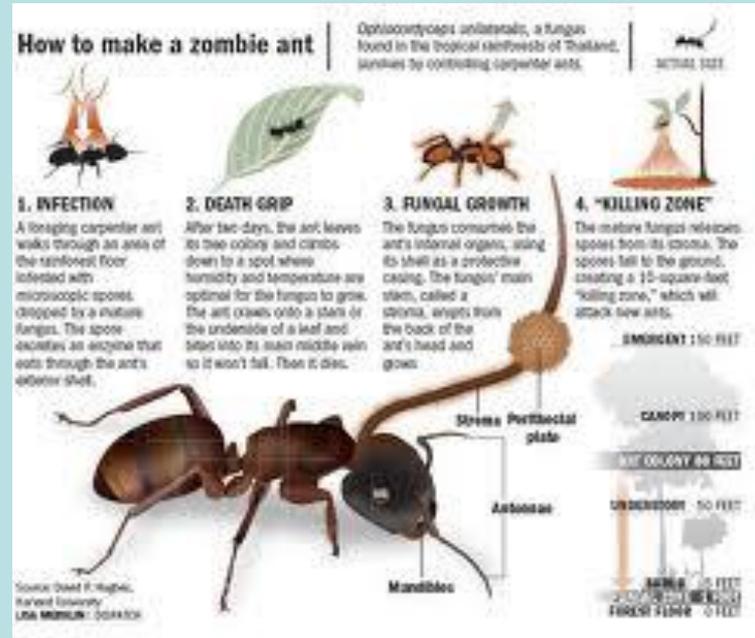
El “desastre” de las patatas
Phytophthora infestans

Hongos que nos hacen la vida más desagradable

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS EN HUMANOS Y ANIMALES *Microsporum, Epidermophyton y Trichophyton.*



Hongos invasores de cuerpos



Ophiocordyceps



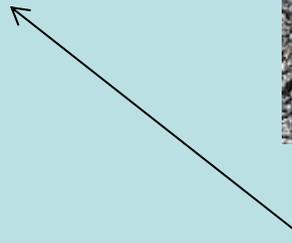
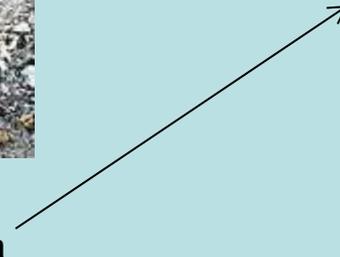
Cordyceps militaris contra la procesionaria



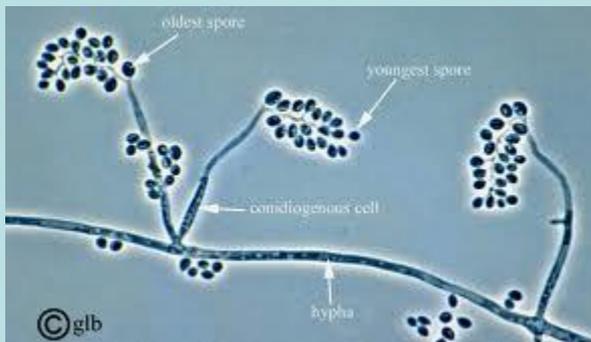
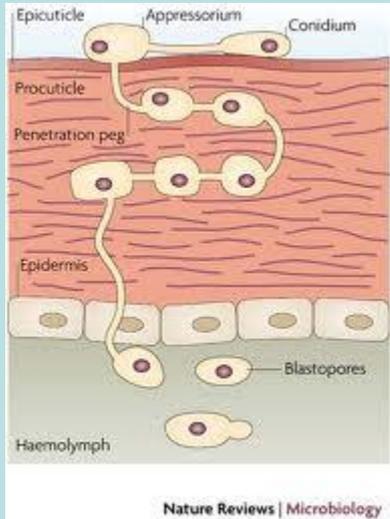
Procesionaria sana



Procesionaria infectada



***Beauveria bassiana* contra el escarabajo picudo**



Picudo rojo sano

Es un hongo anamorfo de
Cordyceps unilateralis



Picudo rojo infectado

Curiosos crecimientos



Cordyceps rouxii sobre
Elaphomyces muricatus

¿Dónde viven las setas?



Desde lugares
extremos, hasta
biotopos
fertilísimos



Setas que “pintan algo”



Echinodontium tinctorium

Marrón

El *Echinodontium tinctorium* (hongo de color indiano) lo utilizaban los indios de América para pintar signos de guerra en sus cuerpos y es un auténtico fósil viviente, ya que es la única seta conocida que forma setas leñosas y perennes.



Pisolithus arrhizus (P. tinctorius)

Óxidos a dorados

Laetiporus sulphureus

“Pan de moro”



Hygrocybe coccinea



Boletus edulis

“Porro”



Amarillo

Amarillo grisáceo



Amanita caesarea “Oronja”

Chroogomphus rutilus

“Pata de perdiz”



Beis

Lactarius deliciosus

“Nízcalo”



Beis claro

Craterellus cornucopioides

“Trompeta de los muertos”



Beis amarronado claro

Fomitopsis pinicola



Beis dorado

Langermania gigantea “Bejín gigante”



Verde claro



Cortinarius violaceus

Ganoderma lucidum “pipa”



Verde oscuro



Hydnellum aurantiacum

Agaricus augustus



Rosa grisáceo

Boletus aereus “Porro negro”



Omphalotus olearius “Seta de olivo”



Verde grisáceo

Amarillo verdoso

Clavariadelphus truncatus

“Clavaria truncada o maza”



Lavanda

Cortinarius sanguineus



Rojo

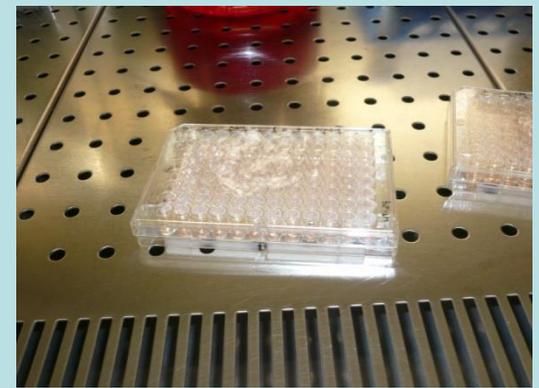
Setas que curan

Aspectos positivos... ¡y muy esperanzadores!



Efectos anticancerígenos

ESTUDIO INHIBITORIO CELULAR Y ANTICANCERÍGENO



Con base en los estudios previos del género *Tricholoma*, estamos ampliando la investigación a especies del grupo *pardinicutis* (s. lato *terrei*) como:



Tricholoma terreum



Tricholoma gausapatum



Tricholoma fracticum

aunque
también
se ha
estudiado



Clitocybe maxima

y del

IC₅₀ (µg/ml)		
Extracto/Linea celular	HeLa	HT-29
<i>Clitocybe maxima</i>	>100	96,27
<i>Tricholoma fracticum</i>	>100	>100
<i>Tricholoma gausapatum</i>	76,92	65,95
<i>Tricholoma terreum</i>	22,73	45,03

Los resultados de los éstos primeros ensayos sobre las líneas celulares tumorales, muestran que *Tricholoma terreum* presenta gran efecto citotóxico, con IC₅₀ inferiores a 50 mcg/ml , mientras que *T. gausapatum* presenta actividad considerable; *T. fracticum* y *Clitocybe maxima* presentan IC₅₀ de menor actividad.



Hericium erinaceum
Yamabusitake



Coriolus versicolor
Kawaratake
Yesquero multicolor



Lentinula edodes
Shiitake



Albatrellus confluens
Ningyotake



Ganoderma lucidum
Reishi
Pipa



Grifola frondosa
Maitake



Ganoderma lucidum
Reishi
Pipa



Ganoderma lucidum

Pipa, Reishi, Ling-zhi



En China se viene utilizando 2000 años:

- **Defatigante**
- **Contra el asma**
- **Para prevenir el insomnio**
- **Antitumoral (el β -D-glucano activa los macrófagos y los linfocitos T)**
- **Anti-inflamatorio por el efecto antioxidante frente a los radicales libres**





Y la...

¿iii PANACEA!!!?

(Remedio o solución general, para cualquier mal)



Un hongo entomopatógeno, que infecta la fase larvaria o de oruga de unas polillas del noroeste de China es... ***Cordyceps sinensis***



Dongchongxiacao

“Gusano de invierno,
hierba de verano”



Un hongo anamorfo del género ***Cordyceps*** es ***Tolyocladium inflatum***, del cual se sintetizó la ciclosporina.



Se considera un remedio medicinal único en el mundo,
puesto que es una mezcla de hongo y oruga.



*Normalmente se consume en
este estado, pero también*

cocinada

o en cápsulas (menos concentradas)

THE LAST OF US

CURIOSIDAD:

Por primera vez en la historia, la infección por un hongo, en este caso Cordyceps, es el argumento de un videojuego.

En él se produce una infección de todo el planeta. Salió a la venta en julio de 2013 y se ha convertido en el juego más vendido de la historia de la PlayStation 3.

Curiosidades diversas

El ***Ticholoma caligatum*** se usaba para la elaboración de perfumes orientales y es muy apreciado en países orientales, sobre todo en Japón, por su parecido con ***T. matsutake***, lo cual lo ha dejado al borde de la extinción. Como curiosidad del *Tricholoma caligatum*, diremos que tiene el pie dulce y el sombrero amargo, pero este amargor se le reduce bastante si lo hervimos con leche.



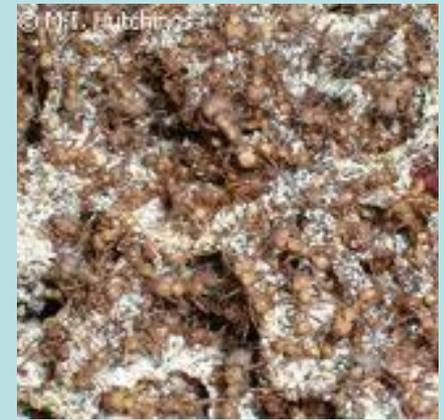
La primera exposición de setas que se hizo en España fue en Girona en 1912.



El ***Clavariadelphus truncatus*** (clavaria truncada), es dulce y antiguamente se usaba como chupete cuando los niños lloraban.

Se han encontrado hongos fosilizados con más de 850 millones de años de antigüedad.

Algunos tipos de ardillas recolectan setas, las secan y almacenan para el invierno.



Ciertos tipos de hormigas también cultivan hongos en los hormigueros. Así mismo, también los cultivan otros insectos sociales como las termitas y las abejas





¡MUCHAS GRACIAS!