

RELACIÓN ENTRE FACTORES ECOLÓXICOS E BIOLÓXICOS E PATRÓNS DE FRUTIFICACIÓN DE MACROMICETOS

por
M.L. CASTRO*

CASTRO, M.L. 2014. Relación entre factores ecolóxicos e biolóxicos e patróns de frutificación de macromicetos. *Mykes* 17: 23-37.

RESUMO:

Neste artigo recompílanse e analízanse observacións levadas a cabo en Galicia desde 1980, exprésanse algunhas ideas sobre ecoloxía e bioloxía dos macromicetos, relacionándoas cos patróns de frutificación nesta rexión da Península Ibérica.

Palabras clave: Ecoloxía, frutificación micolóxica, micoecoloxía, macromicetos, Galicia, Península Ibérica.

CASTRO, M.L. 2014. Relationship between ecological and biological factors and patterns of fructification of macromycetes. *Mykes* 17: 23-37.

SUMMARY:

In this paper we analyse the observations done in Galicia since 1980 and we express some ideas about ecology and biology of macromycetes related with the growing patterns in this region of the Iberian Peninsula.

Keywords: Ecology, mycology fructification, mycoecology, macromycetes, Galicia, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

Na antiga Grecia os cogomelos (*mikes*) eran considerados como “tumores da terra” (= supuracións de terra infectada) polo que non se comían. Unicamente consumían as trufas, porque consideraban que se formaban ao chocar o raio de Xúpiter (tormentas) coa terra, e algúns

* Laboratorio de Micología. Facultade de Bioloxía. Campus As Lagoas-Marcosende. Universidade de Vigo. E-36310-Vigo. e-mail: lcastro@uvigo.es

enteóxeos, que usaban en certas cerimoniais relixiosas (SAMORINI, 2001). Estas ideas, un tanto máxicas, relacionadas coa frutificación dos cogomelos perdurarán ata finais do século XVIII.

Os cogomelos eran considerados como seres vivos completos (vexetais) e non frutificacións dun organismo subterráneo. De feito só a mediados do século XX deixaron de incluírse no reino Vexetal e comezouse a falar do reino Fungi (WHITTAKER, 1969; CASTRO et FREIRE, 1982; MARGULIS et SCHWARTZ, 1988). En España aínda son os botánicos os que imparten nas universidades as materias relacionadas coa macromicología como se dunha parte da botánica se tratase.

Por outra parte, a aparición de carpóforos (cogomelos) nos macromicetos considerábase un fenómeno aleatorio, tanto polo descoñecemento dos micelios, do brote en círculos, das condicións climáticas estritas que necesitan para brotar e da aparición súbita e inesperada como pola dependencia de materia orgánica para a nutrición (heterotrofia) (BECKER, 1956). A aparición dos carpóforos asociábase á maxia ou ao azar e non á bioloxía ou á fisioloxía do organismo.

MICOECOLOXÍA: FACTORES RELACIONADOS COA FRUTIFICACIÓN

Pódese dicir que a micoecoloxía dos macromicetos naceu a finais do século XIX cando FERRY (1887, 1892) descobre as micorrizas e establece unha primeira clasificación ecolóxica dos fungos en función do substrato sobre o que se desenvolven e do solo no que nacen.

Pouco máis tarde, BOUDIER (1901) pon claramente de manifesto a influencia da constitución do solo e da vexetación no desenvolvemento de certas especies fúnxicas. Pódese dicir que nestas datas a ecoloxía dos fungos, a micoecoloxía, asentou as primeiras bases para o seu desenvolvemento.

Ao longo do século XX demostrouse que a frutificación dos macromicetos depende de numerosos factores, entre os que destacan: tipo de nutrición do fungo, solo, climatoloxía, vexetación e ciclos de vida e frutificación das especies (COOKE, 1979; DURRIEU, 1993).

Tipo de nutrición dos fungos

A mediados do século XX publícase, en Europa, a primeira tese de doutoramento sobre ecoloxía dos fungos (BECKER, 1956), na que se intenta establecer unha clasificación en función do tipo de nutrición. Descríbense 3 categorías: micorrizas, para as especies biotróficas que viven asociadas ás raíces das plantas; saprófitas, as que o fan sobre materia orgánica en descomposición, e parásitas, as que se desenvolven sobre organismos vivos: animais, vexetais ou fungos. Estes termos, en clasificacións máis actuais, correspóndense con fungos biotróficos «pro parte» (só os relacionados coas raíces de plantas), saprotróficos e necrotróficos, respectivamente (ARNOLDS, 1992).

Para coñecer con certeza se unha especie é micorrízica, saprófita ou parásita son necesarias experiencias de laboratorio (HONRUBIA *et al.*, 1992), axudadas na actualidade pola tecnoloxía molecular (HORTON, 2002; MARQUES, 2003). Sen embargo, BECKER (1956) indica algunhas normas interesantes, que permiten “aproximar” a clasificación xa no propio campo.

As normas para aplicar *in situ*, descritas por este autor e ampliadas para Galicia, mediante a observación de certas zonas durante 5 anos consecutivos, mes a mes, nos traballos de FREIRE (1981b), CASTRO (1985) e PÉREZ FROIZ (1990), pódense resumir:

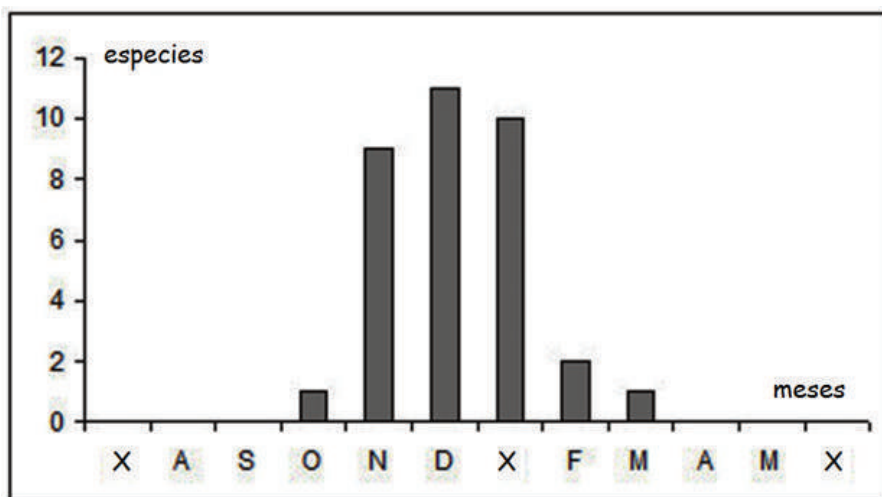


Fig. I. Micetación en “campá de Gauss” de especies micorrízicas (CASTRO, 1985)

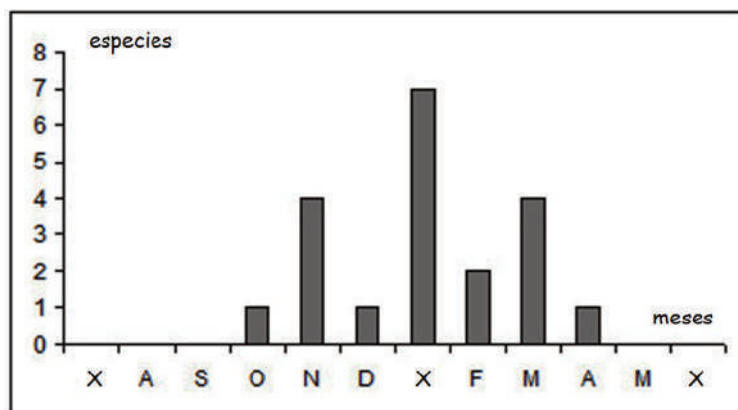


Fig. 2. Micetación anual en “dentes de serra” de especies saprófitas (CASTRO, 1985)

As especies micorrícicas frutifican ao longo do ano seguindo unha distribución de Gauss (fig. 1) porque dependen sobre todo do estado fisiolóxico dos hospedadores, e as saprófitas fano en “dentes de serra” (fig. 2), xa que son as condicións climatolóxicas as que inflúen máis directamente.

Nos fungos micorrícicos, os carpóforos sepáranse do solo limpos e os estipes acaban sen micelio adherido, mentres que nos saprófitos van acompañados de masas miceliares, máis ou menos grandes.

Ao talar un bosque hai unha desaparición case inmediata na produción de cogomelos micorrícicos, non nos saprófitos que, incluso, poden aumentar.

Ao cabo dun tempo de tirar a folla as árbores caducifolias, diminúe a frutificación de especies micorrícicas, mentres que se mantén igual ou pode aumentar a das saprófitas.

Nos fungos micorrícicos a frutificación anual desprázase só uns centímetros cada ano (de forma centrífuga na roda ou corro de bruxas). Ás veces, incluso pode aproximarse do hospedador, como se puido observar na Xunqueira de Alba (Pontevedra) entre árbores do xénero *Eucalyptus* coa *Amanita muscaria* durante a realización do traballo de LAGO (2008); sen embargo nas saprófitas pode aumentar o diámetro entre dous brotes consecutivos ata 1 ou 2 m por ano.

Tamén é importante recordar que, nas mesmas latitudes, o carácter micorrícico ou saprófito acostuma a ser xenérico e non específico, por

iso un xénero no que as especies son micorrícicas, excepcionalmente algunha poderá desenvolverse como saprófita, como ocorre nos xéneros como *Laccaria*, *Boletus*, *Amanita*, *Hebeloma*, *Hydnum*, *Inocybe*, etc. (CASTRO, 1985).

Sen embargo, á hora de analizar esta situación é importante ter en conta que hai especies que poden producir frutificacións en máis dunha desas situacións. Por exemplo, as especies do xénero *Armillaria*, parásitas agresivas de diversas árbores, cando matan o hospedante crecen como saprófitas e frutifican sobre os restos leñosos ata descomposos, e inclusive estenden cordóns miceliares polo solo (fluorescentes nalgún caso) ata alcanzar un novo hospedante (observación persoal).

Noutros casos, un fungo micorrícico pode comezar o seu asentamento nun determinado lugar como saprófita e incluso chega a frutificar producindo carpóforos de pequeno tamaño. Ao encontrarse coa planta hospedante adecuada únense a ela, mentres que se non a encontran desaparecen do lugar. Este fenómeno pódese observar, con certa frecuencia, durante os outonos moi húmidos nos taludes de estradas e corredoiras (observación persoal).

Por todos estes motivos a determinación do comportamento nutricional de certas especies é a miúdo complexa, por exemplo o xénero *Tomentella* que foi considerado saprófita ou parásito lignícola, na actualidade está perfectamente comprobado que se trata dunha micorriza (TANIGUCHI *et al.*, 2009).

O coñecemento das especificidades nutricionais permite “domesticar” algunhas especies, como as setas de cardo (*Pleurotus eryngii*) asociadas na natureza ao cardo corredor (*Eryngium campestre*) e obtidas en cultivo en sacos sobre materia orgánica procedente de diversas plantas leñosas (FERNÁNDEZ DE ANA MAGÁN *et RODRÍGUEZ*, 2000; GARCÍA ROLLÁN, 2007).

No traballo de BECKER (1956) tamén se propón unha clasificación das especies saprófitas segundo o tipo de substrato no que frutifican: coprófilas sobre excrementos, fimícolas sobre esterco, humícolas sobre humus, terrícolas sobre terra non humificada, lignícolas ou epixílicas sobre madeira e/ou casca de árbores, folícolas sobre follas sen descompoñer, práticoas en prados, pirófilas sobre substratos queimados, funxícolas sobre outros carpóforos, etc.

O propio autor establece nas especies parásitas xilófagas diferenzas entre as que descompoñen a celulosa (podremia vermella) ou a lignina (podremia branca), das que rompen a madeira en fendas, cuarteándoa (podremia cúbica) ou desagregana en fibras lonxitudinais (podremia fibrosa).

Tipo de solo

Xa na segunda metade do século XX, THOEN (1970), reforzando as ideas de BOUDIER (1901), refírese á importancia do pH no solo sobre a frutificación dos macromicetos e fai un intento de clasificalos en basoclinos, neutrobasoclinos, acidoclinos, acidófilos, etc. sen chegar a establecer modelos concretos e certos.

Obsérvase como a maioría dos fungos crecen e frutifican ben en lugares ácidos, pH inferior a 6 (PEREIRA *et al.*, 2007), mentres que outros necesitan de maior basicidade, pH superior a 7, tal é o caso de *Tuber melanosporum*, *Tuber aestivum*, *Amanita ovoidea*, *Lactarius sanguifluus*, *Gyroporus ammophilus*, *Inocybe heimii*, etc. Esta particularidade xustifica a aparición dalgunha destas especies en plantacións forestais realizadas sobre as dunas galegas, nas que se chegan a alcanzar pH superiores a 8 (CASTRO, 1985; MOLDES, 1996).

Vexetación

Un factor importante na micobiota é a vexetación que a circunda. O hospedante, organismo que aporta a materia orgánica para que o cogomelo se estableza e frutifique, é responsable da aparición dunhas ou doutras especies, tanto micorrícicas como saprófitas e parásitas. De feito, son numerosos os artigos publicados tentando relacionar especies ou poboacións vexetais con comunidades fúnxicas e desde diferentes perspectivas (FAVRE, 1948; DOMINICIS *et al.*, 1983; GALÁN *et al.*, 1983; WINTERHOFF, 1992; PINHO-ALMEIDA *et al.*, 1999; LISIEWSKA *et al.*, 2000; SALERNI *et al.*, 2000; LORENZO *et al.*, 2009, 2011).

Observouse que algunhas plantas teñen gran facilidade para que o seu sistema radical se asocie con fungos formando micorrizas. É o caso das carpazas e as estevas (*Cistus* sp.pl.) ou dos eucaliptos (*Eucalyptus* sp.pl.); pero tamén se sabe que este tipo de plantas manifestan unha tendencia a “infidelidade” hóspede - hospedante, ceibanos con facilidade

en favor doutras especies que chegan ao lugar, o seu cortexo fúnxico é moi inestable e variable, a pesar de que nun e outro caso existen especies exclusivas como *Entoloma cistophyllum*, *Lactarius cistophyllum*, *Leccinum corsicum*, *Leccinum crocipodium*, etc. no primeiro caso (TORREJÓN, 2008; CASTRO, 2009) e *Tricholoma eucalypticum*, *Hysterangium carneum*, *Laccaria lateritia*, *Descolea maculata*, *Descolea tenuipes*, etc. no segundo (LAGO-ÁLVAREZ et CASTRO, 2004, LAGO, 2008).

Hai fungos que son totalmente indiferentes á planta, pero necesitan especies leñosas para instalarse e frutificar, por exemplo *Hydnum repandum* ou *Cantharellus cibarius* relacionados con árbores caducifolias, coníferas, eucaliptos e, incluso, estevas. Noutros, obsérvase maior afinidade por certos taxa, así *Lactarius deliciosus*, *Tricholoma equestre*, *Russula sardonia*, *Russula torulosa*, etc. viven unicamente baixo coníferas, preferentemente pinos (*Pinus* spp.), *Suillus elegans* en alerces (*Larix* spp.), *Tricholoma populinum* en choupos (*Populus* spp.), *Russula cyanoxantha* en carballos e cerquiños (*Quercus* de folla caduca), etc.

E aínda son moitas as especies de fungos das que pouco se sabe da súa relación co hospedante na natureza. Por exemplo, *Amanita ponderosa*, cogomelo de distribución mediterránea foi clasicamente asociada a sobreiras (*Quercus suber*), aciñeiras (*Quercus ilex* subsp. *ilex*) e carrascos (*Quercus ilex* subsp. *ballota*); pero recentemente recolleuse en localidades ibéricas preto unicamente de eucaliptos (*Eucalyptus* sp.pl.) e en localidades máis setentrionais (Ourense, Braganza, Zamora) próxima a carpazas e estevas (*Cistus* sp.pl.), etc. (CASTRO, 1998, 2007; JUSTO, 2006; DAZA et al., 2007). Neste caso, cal é o hospedante do fungo?

Climatoloxía

Unha especie dada pode instalarse nun lugar no que as necesidades nutritivas sexan adecuadas, o tipo de solo e vexetación tamén, pero sen un mínimo de humidade e unha temperatura cálida, non frutifica. O brote dos cogomelos está fortemente influído pola combinación de dous factores climáticos: temperatura ambiental e humidade. Esta combinación de factores físicos inflúe na modificación do estado fenolóxico da vexetación do entorno. Por estas razóns, nas nosas latitudes, o período de maior brote é o outono. E, probablemente por iso tamén hai un reponte na primavera (fig. 3 e fig.4).

No caso de fungos micorrícicos estes factores abióticos inflúen en menor medida (fig. 1). Teñen maior importancia cualitativa que cuantitativa, xa que o brote de carpóforos está intimamente relacionado co estado fisiolóxico do hospedante, de aí que a frutificación ao longo do ano siga unha distribución de Gauss (FREIRE, 1981b; BUNDRETT et al., 1996) e non en dentes de serra como nas saprófitas (fig. 2).

Ademais da climatoloxía propiamente dita, tamén é importante ter en conta a temporalidade intrínseca da frutificación, directamente relacionada cos requerimentos ecolóxicos propios a cada especie. Hai especies que producen carpóforos no principio do outono, cando as temperaturas aínda son suaves como ocorre con algunhas especies de *Agaricus*, *Marasmius oreades*, *Amanita caesarea*, *Macrolepiota procera*, etc. e outras fano en épocas outonais máis frías, e incluso invernales, como *Tuber melanosporum*, *Hygrophorus marzuolus* ou diversas especies do xénero *Craterellus* (ver datos fenolóxicos para Galicia en SOLIÑO et al., 1999, 2000; SOLIÑO et CASTRO, 2005).

Algúns taxons poden aparecer en calquera época do ano, se a humidade e a temperatura o permiten, como *Coprinus comatus* ou *Cantharellus cibarius*; aínda que a maioría son especies propias de outono, noutros casos prefiren a primavera. De todos é coñecida a aparición de *Amanita ponderosa*, *Morchella* spp., *Calocybe gambosa*, *Sarcosphaera crassa*, etc. unicamente nesta estación do ano (ver datos fenolóxicos para Galicia en SOLIÑO et al., 1999, 2000; SOLIÑO et CASTRO, 2005).

Parece importante resaltar a posible influencia que o cambio climático global está a ter nas últimas décadas sobre os patróns de frutificación dalgunhas especies (GANGE et al., 2007, 2013; CASTRO, 2007; PEÑA LASTRA, 2008). En Galicia hai datos, non sistematizados, dos últimos 50 anos no referente á aparición de certos cogomelos comestibles e, como sucede noutros lugares de Europa (ARNOLDS, 1991) obsérvase a clara diminución dalgunha especie, o aumento doutras e o descoñecemento sistematizado da maioría (BLANCO-DIOS, 2006).

A diminución explícase en base a múltiples factores como a apañá indiscriminada e abusiva, descoido dos hábitats propios, incendios forestais, etc.; pero o aumento na distribución corolóxica e fenolóxica a partir dos anos 90 de taxóns como *Amanita ponderosa*, *Amanita torrendii* ou *Amanita caesarea*, sorprende e só parece xustificarse polas alteracións climáticas dos últimos anos.

O caso máis estudado é o de *Amanita ponderosa* a nivel da Península Ibérica (CASTRO, 2007). Esta especie foi descrita de Monchique (Portugal) en 1942, ata o ano 1980 só se coñecía publicada do Algarve e Alentejo (Portugal), Huelva e Extremadura (España), a pesar de ser unha especie comestible con manifesta importancia económica. A partir da década 1980-1990 comezaron a aparecer citas no Sistema Ibérico, Zamora, Salamanca, León, Ourense, etc. (CASTRO, 1998, 2007; JUSTO, 2006).

Efectivamente, como afirman algún micólogos, pode tratarse dunha especie que no norte non era recollida para consumo e da que nos últimos anos se descubriu a súa importancia gastronómica. Sen embargo, esta hipótese non parece probable, xa que na única zona de Trás-os-Montes onde era coñecida polas poboacións locais desde antigo (Paradinha Nova, Bragança), si se aproveita para consumo desde hai máis de 50 anos (com. pers. Carlos Rodrigues). A localidade na que aparece, próxima ao río Sabor, presenta un microclima mediterráneo moi acusado, semellante ao do sur da Península.

Na interpretación de datos corolóxicos e fenolóxicos de macromicetos é importante non esquecer que o feito de que unha especie se observe frutificada nunha rexión onde antes se descoñecía, non significa que se acabe de instalar nese lugar agora, simplemente quere dicir que antes non frutificaba. Como é ben sabido, son moitos os factores ecolóxicos e biolóxicos que condicionan o crecemento dun organismo vivo e os que conducen a unha reprodución sexual completa. Os fungos non son unha excepción.

E se a isto engadimos a dificultade de identificación «de visu» no campo, tanto micelios como carpóforos, as probabilidades de interpretar mal a distribución dun cogomelo axigántase. Sirva como exemplo o caso de *Amanita porrinensis*, descrita en Galicia, que parecía unha especie inexistente noutros lugares, foi encontrada, para Suíza e Italia, en exsiccata identificada como *Amanita virosa* (com. pers. Pierre Neville).

Ciclos biolóxico e de frutificación das especies

Outro problema que complica a interpretación de información corolóxica e fenolóxica, obtida a partir de frutificacións, está relacionada coa propia bioloxía reprodutiva dos macromicetos e a súa sexualidade,

xa que a gamia ou fusión de gametos ocorre célula a célula nos filamentos miceliares (CARLILE et al., 2004), e non por gametos individuais desprendidos ao medio natural como sucede nas algas, nos musgos ou nos fentos.

No caso de que a especie presente 4 tipos sexuais (gametos) diferentes complica máis se cabe a formación de frutificacións e pode ser responsable de que fenómenos de interesterilidade nalgúns especies sexan frecuentes (CARLILE et al., 2004).

Se á dificultade para que dous micelios compatibles se crucen e produzan carpóforos, engadimos a necesidade de que simultaneamente converxan unha serie de factores ecolóxicos, resulta fácil deducir que a presenza dunha especie nun ecosistema non implica que agromen os seus corpos frutíferos, como ocorre no xénero *Cenococcum*, relativamente frecuente en bosques de caducifolios e do que non se coñecen carpóforos (MARQUES, 2003).

Ademais, desde antigo diversos micólogos europeos consideran que a frutificación de moitas especies de fungos non é anual, aínda que as condicións climatolóxicas sexan as adecuadas (LANGE, 1974). Estas afirmacións parecen xustificar que certos taxons, a pesar de ter unha produción de esporas elevada, como ocorre con *Langermannia gigantea* en Galicia, son pouco frecuentes e só frutifican no mesmo lugar cada certo número de anos.

Observacións realizadas por FREIRE (1981b), durante máis de 6 anos consecutivos, nunha pequena finca situada nos arredores de Santiago de Compostela (Selva Negra) parecen indicar que un mesmo micelio de *Boletus* (sección *Edules*) frutifica anualmente e en liña recta, mentres que outros do xénero *Lactarius* (*L. vellereus*), fano en círculo arredor da árbore, cada dous anos, e algún *Hebeloma* tarda en aparecer ata 3 ou máis anos. Isto fai supoñer que a frutificación nunhas especies é anual e noutras veceira, cada 2 ou 3 anos (FREIRE, 1981a).

Por isto, cada 6 anos (mínimo común múltiplo) deberá haber unha produción de cogomelos cualitativamente importante na rexión de referencia e será cuantitativamente maior en función das condicións climatolóxicas.

O feito de que nunha mesma zona ecolóxica apareza todos os anos

a mesma especie, por exemplo nunha carballeira na que brota *Lactarius vellereus*, débese á presenza de múltiples micelios de idades diferentes (FREIRE, 1981a) que frutifican en distintos anos; pero cada ano múltiplo de dous a produción debe ser excelente.

Para defender esta hipótese farían falta observacións sistematizadas durante 30 ou máis anos, marcando adecuadamente os micelios a estudar. Sen embargo resulta curioso que en Galicia foron outonos de extraordinaria produtividade os de 1982, 1988, 2002, 2006 e 2012, tanto cualitativa como cuantitativamente, anos nos que tamén coincide o maior número de intoxicacións por cogomelos (observación persoal desde 1980).

Distribución da micetación ao longo do ano en Galicia

A relación entre os factores ecolóxicos bióticos e abióticos ten especial importancia na micobiota e na distribución temporal da micetación ao longo do ano. Por iso é esencialmente diferente debaixo de árbores de folla caduca que de folla perenne.

En varios estudos realizados en Galicia ao longo de 5 anos en carballeiras (FREIRE, 1981b), piñeirais (CASTRO, 1985), bidueirais (PÉREZ-FROIZ, 1990) e eucaliptais (LAGO, 2008), obsérvase que o pico máximo de produción ocorre no mes de novembro seguido dun descenso paulatino, diferente en árbores caducifolias e coníferas, para presentar un pequeno pico na primavera, manifestamente máis importante nas primaveras húmidas.

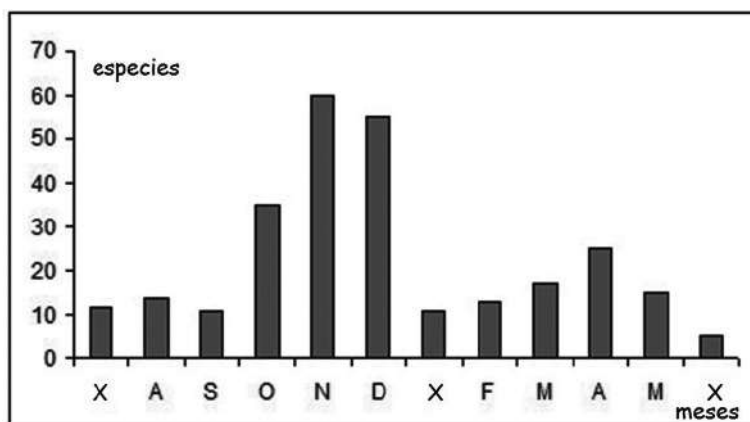


Fig. 3. Micetación anual en plantacións de coníferas (CASTRO, 1985)

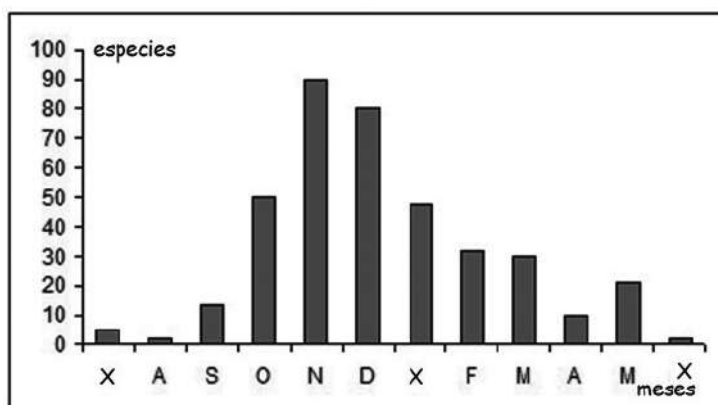


Fig. 4. Micetación anual en bosques de bidueiros (PÉREZ-FROIZ, 1990)

Nas coníferas apreciase unha maior uniformidade na aparición durante os meses de outono, incluíndo decembro; pero sofre un descenso moi brusco no mes de xaneiro, seguido dun pequeno pico na primavera para caer case totalmente no verán (fig. 3); mentres que nos bosques de folla caduca a baixa invernal é menos progresiva, o pico da primavera menos notable e o descenso do verán menos marcado (fig. 4), probablemente debido ao ambiente fresco que conservan as follas planas.

AGRADECEMENTOS

A todos os micólogos e micófilos que durante estes 30 anos aportaron datos de recoleccións relativas a Galicia, especialmente ao mestre da micoloxía galega, o Dr. Luís Freire (1914-1997), que máis alá da súa Tese de Doutoramento deixou anotacións fenolóxicas e autoecolóxicas das proximidades da Coruña desde 1951, moitas das cales á súa morte quedaron inéditas. A Óscar Requejo e José Rodríguez Vázquez polos comentarios críticos e as anotacións persoais.

BIBLIOGRAFÍA

- ARNOLDS, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agric. Ecosyst. Env.* 35: 209-244.
- ARNOLDS, E. 1992. The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In: W. Winterhoff (ed.). *Fungi in Vegetation*

- Science. *Handbook of vegetation science* 19: 7-49. Kluwer academic Publishers. London.
- BECKER, G. 1956. *Observations sur l'écologie des champignons supérieurs*. Imprimerie P. Carrère. Rodez.
- BLANCO-DIOS, J.B. 2006. *Tricholoma colossus*, unha especie ameazada en Europa: Distribución coñecida e novas localidade en Galicia. *Mykes* 9: 85-91.
- BOUDIER, E. 1901. Influence de la nature du sol et des végétaux qui y croissent sur le développement des champignons. *Bull. Soc. mycol. France* 17(1): 55-71.
- BRUNDRETT, M.C., BOUGHER, N.L., DELL, B., GROVE, T. et MALAJCZUK, N. 1996. *Working with mycorizas in forestry and agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra (Australia).
- CARLILE, M.J., WATKINSON, S.C. et GOODAY, G.W. 2004. *The Fungi*. Elsevier Academic Press. Amsterdam.
- CASTRO, M.L. 1985. *Macromycetes de pinares gallegos*. Universidade de Santiago de Compostela (tesis doctoral, inédita).
- CASTRO, M.L. 1998. Annotated checklist of the *Amanitaceae* (*Agaricales*, *Basidiomycotina*) of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Mycotaxon* 67: 225-245.
- CASTRO, M.L. 2007. Corología de *Amanita ponderosa* en la Península Ibérica. Posible relación con el calentamiento global. In *Libro de resúmenes del XVI Simposio de Botánica Criptogámica*. León.
- CASTRO, M.L. 2009. Contribución al conocimiento de la micobiota asociada a jarales en el Nordeste Transmontano (Portugal). In *Libro de resúmenes del XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica*. Tomar (Portugal).
- CASTRO, M. et FREIRE, L. 1982. *Guía das setas ou cogumelos comestibles de Galicia*. Ed. Xerais. Vigo.
- COOKE, W.B. 1979. *The ecology of fungi*. CRC Pres Inc. Boca Raton (Florida).
- DAZA, A., CAMACHO, M., ROMERO DE LA OSA, L., MANJÓN, J.L., MORENO, G. et SANTAMARIA, C. 2007. Distribución espacial de la fructificación del hongo ECM comestible *Amanita ponderosa* Malençon et R. Heim durante seis años consecutivos en un encinar adehesado de la Sierra de Aracena (Huelva). *Inv. Agr. Sist. Rec. Forest.* 16(1): 89-94.
- DOMINICIS DE, V. et BARLUZZI, C. 1983. Coenological research on macrofungi in evergreen oak-woods in the hills near Siena (Italy). *Vegetatio* 54: 117-187.
- DURRIEU, G. 1993. *Écologie des champignons*. Collection d'Écologie. Masson. Paris.
- FAVRE, J. 1948. Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens et de quelques régions voisines. *Mat. Fl. Crypt. Suisse* 10(3): 1-228.
- FERNÁNDEZ DE ANA MAGÁN, F.J. et RODRÍGUEZ, A. 2000. Os cogumelos nos ecosistemas forestais galegos. Edicións Xerais. Vigo.
- FERRY, R. 1887. Espèces acicoles et foliicoles. *Rev. Mycol.* 9: 42-47.
- FERRY, R. 1892. Espèces calcicoles et silicioles. *Rev. Mycol.* 14: 146-155.

- FREIRE, L. 1981a. Periodicidad del brote de los hongos superiores. In *Aportaciones a la I y II Semán Micológica Galega, 1979 y 1980*: 59-62. Dep. Forestal de Lourizán - INIA (Pontevedra).
- FREIRE, L. 1981b. *Macromycetes de la Selva Negra (Santiago)*. Universidade de Santiago de Compostela (tesis doctoral, inédita).
- FAVRE, J. 1948. Des associations fongiques des hauts-marais jurassiens et de quelques régions voisines. *Materiaux Fl. Crypt. Suisse*, 10(3): 1-228.
- GALÁN, R., ORTEGA, A. et SIMÓN, M. 1983. Estudio fenológico de las comunidades de macromycetes que se desarrollan en los encinares de la provincia de Granada. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 40(1): 177-196.
- GANGE, A.C., GANGE, E.G. SPARKS, T.H. et BODDY, L. 2007. Rapid and Recent changes in fungal fruiting patterns. *Science* 316(1871): 71
- GANGE, A.C., MOHAMMAD, A.B., DAMIALIS, A. et GANGE, E.G. 2013. Mushroom phenological changes: A role for resource availability? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110(5): E333-334.
- GARCÍA ROLLÁN, M. 2007. *Cultivo de setas y trufas* (5ª edición). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- HONRUBIA, M., TORRES, P., DÍAZ, G. et CANO, A. 1992. *Manual para micorrizar plantas en viveros forestales*. ICONA (Min. Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.
- HORTON, T.R. 2002. Molecular approaches to ectomycorrhizal diversity studies: variation in ITS at a local scale. In S.E. SMITH et F.A. SMITH (eds.) *Diversity and Integration in Mycorrhizas (proceedings of the 3rd International Conference on Mycorrhizas)*. Kluwer Academic Publishers. London.
- JUSTO, A. 2006. *Familia Pluteaceae (Basidiomycota, Fungi) en la Península Ibérica e Islas Baleares*. Universidad de Vigo (tesis doctoral inédita).
- LAGO, M. 2008. Micoflora (*Basidiomycotina*) en los eucaliptales del N.O. de la Península Ibérica. *Guineana* 14: 1-502.
- LAGO-ÁLVAREZ, M. et CASTRO, M.L. 2004. Macrobasidiomicetos asociados a *Eucalyptus* en la Península Ibérica. *Fungi non Delineati* 3(27): 1-84.
- LANGE, L. 1974. Distribution of macromycetes in Europe. *Dansk. Bot. Arkiv* 30(1): 1-105.
- LISIEWSKA, M. et RESZEL, I. 2000. Macrofungi of acidophilous oak forest communities in the southern Wielkopolska region (Poland) In *Micologia Duemila*: 289-308. AMB (Trento).
- LORENZO, P. et CASTRO, M.L. 2009. Estudio de la micocenosis de macromicetos del «Parque Natural do Monte Aloia (Pontevedra, España). *Anal. Jardín Bot. Madrid* 66SI: 151-156.
- LORENZO, P. et CASTRO, M.L. 2011. Micetación do Parque Natural «Monte Aloia» (Pontevedra): Diversidade e autoecoloxía. *Mykes* 12: 29-36 [2009].
- MARGULIS, L. et SCHWARTZ, K.V. 1988. *Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth* (2nd edition). W.H. Freeman et Company. New York.
- MARQUES, G. 2003. *Diversidade ectomicorrízica em viveiros e ecossistemas florestais*.

- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (Portugal) (tese doutoral, inédita).
- MOLDES, J. 1996. Macromicetos de las zonas de Barra y Area de Meán (Cangas do Morrazo). In *Premio Galicia de Micología. Resumen de Trabajos Premiados (1983-1991)*: 79-97. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- PEÑA LASTRA, S. DE. 2008. Observacións sobre as influencias do cambio climático no comportamento dos fungos e a aparición de cogomelos. *Tarrelas* 10: 15-19.
- PEREIRA, G., HERRERA, J., MACHUCA, A. et SÁNCHEZ, M. 2007. Efecto del pH sobre el crecimiento in vitro de hongos ectomicorrícicos recolectados de plantaciones de *Pinus radiata*. *Bosque* 28(3): 215-219.
- PÉREZ-FROIZ, M. 1990. *Macromycetes de abedulares de Galicia*. Universidad de Santiago de Compostela (tesis doctoral inédita).
- PINHO-ALMEIDA, F., BASILIO, C. et OLIVEIRA, P. DE. 1999. Inventory of ectomycorrhizal fungi associated with a "relic" holm-oak tree (*Quercus rotundifolia*) in two successive winters. *Doc. mycol.* 29(115): 57-68.
- SALERNI, E., LAGANA, A., BARLUZZI, C., PERINI, C. et DOMINICIS, V. DE. 2000. Fungal communities of acidophilous *Quercus cerris* woods: comparison with mycocoenoses of other forest ecosystems of central-southern Tuscany. *Doc. mycol.* 29(116): 53-70.
- SAMORINI, G. 2001. *Funghi allucinogeni. Studi etnomicologici*. Telesterion. Doza (BO).
- SOLIÑO, A. et CASTRO, M.L. 2005. Coroloxía e fenoloxía dos macromicetos galegos: modelo dun sistema informático de información. *Mykes* 8: 7-22.
- SOLIÑO, A., JUSTO, A. et CASTRO, M.L. 1999. Recopilación bibliográfica (1850-1997) de citas macromicológicas de Galicia I: ordes Agaricales, Auriculariales, Boletales e Cantharellales. *Mykes* 2: 3-77.
- SOLIÑO, A., JUSTO, A. et CASTRO, M.L. 2000. Recopilación bibliográfica (1850-1997) de citas macromicológicas de Galicia II: Basidiomycota (non Agaricales, Auriculariales, Boletales e Cantharellales) - Ascomycota. *Mykes* 3: 3-72.
- TANIGUCHI, T., KATAOKA, R., TAMAI, S., YAMANAKA, N. et FUTAI, K. 2009. Distribution of ectomycorrhizal and pathogenic fungi in soil along a vegetational change from Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) to black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Mycorrhiza* 19(4): 231-238.
- TORREJÓN, M. 2008. Contribution to the study of fungi associated with *Cistus ladanifer* in the north-east of Portugal. *Mycol. Balcanica* 5: 109-114.
- WINTERHOFF, W. (ed.) 1992. *Fungi in Vegetation Science. Handbook of vegetation science*, 19/1. Kluwer Academic Publishers. London.
- WHITTAKER, R.H. 1969. New concepts of kingdoms or organisms. Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. *Science*, 163: 150-194.