

Inventari micològic de les zones enjardinades del Campus Montilivi

Estudiant: Cristina Siles Alves

Correu electrònic: cristinasilesalves@gmail.com

Grau en Ciències Ambientals

Tutor: Carles Roquè Pau

Correu electrònic: carles.roque@udg.edu

Institució: Universitat de Girona

ÍNDEX

Resum.....	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Reflexions sobre ètica, sostenibilitat i perspectiva de gènere.....	5
Ètica.....	5
Sostenibilitat.....	5
Perspectiva de gènere.....	5
1. Introducció.....	6
2. Objectives.....	8
3. Metodologia.....	8
3.1 Zona d'estudi.....	8
3.2 Disseny experimental.....	11
3.3 Anàlisi de les dades.....	11
4. Resultats.....	12
4.1 Caracterització de la comunitat: composició i ecologia.....	12
4.1.1 Sapròfits.....	14
4.1.2 Micorrízics.....	17
4.2 Diversitat.....	19
5. Discussió.....	20
6. Conclusions.....	22
7. Bibliografia.....	23

Resum

En aquest treball s'ha fet un inventari micològic de les zones enjardinades del Campus Montilivi de la Universitat de Girona, amb l'objectiu de conèixer l'estructura, la composició i la diversitat de la comunitat fúngica de la zona, ja que, tot i ser un grup molt desconegut encara, aquest ten un paper clau en els ecosistemes i, a més, ens proporcionen diversos serveis ecosistèmics molt importants per als humans.

Per elaborar l'inventari s'ha mostrejat 9 parcel·les distribuïdes per tot el campus, que en total ocupen una superfície de 12.736 m² i es troben entre els 98 i els 116 m snm. La identificació d'espècies s'ha dut a terme in situ, apuntant també l'abundància de cada una, s'ha arrencat i analitzat al laboratori únicament les espècies que generaven dubtes, causant el mínim impacte possible al medi mostrejat. S'ha recollit les dades de camp en Excel i s'ha complementat amb la família i ecologia de cada espècie. Posteriorment, s'ha recollit en una taula totes les espècies inventariades, conjuntament amb la informació rellevant de cada una, i s'han elaborat diferents gràfics de sectors que representen la representativitat, dins de la comunitat fúngica, de cada família i rol ecològic (sapròfit, micorrízc o paràsit), acompanyats d'un llistat amb la informació rellevant de les espècies més abundants de cada grup. També s'ha analitzat l'abundància d'individus i l'ecologia dominant d'aquests en cada parcel·la mostrejada. Per últim, s'ha fet una anàlisi de la diversitat de la comunitat fúngica de la zona a partir de l'índex de Shannon-Wiener (H') i d'Equitativitat (E).

L'inventari consta de 24 espècies, de les quals una pertany al grup Ascomycota i la resta al grup Basidiomycota. La família dominant a la zona d'estudi, representant més de la meitat de la comunitat, és Psathyrellaceae. Pel que fa als rols ecològics, els sapròfits representen un 83% de la comunitat, mentre que el rol ecològic minoritari és el dels micorrízics, essent absents els paràsits. Tot i que els resultats no podem considerar que són realment representatius de la comunitat, ja que caldria recollir dades durant un període més llarg de temps, o bé emprar tècniques de seqüenciació massives a mostres del sòl de la zona d'estudi, i que les condicions ambientals, com les precipitacions, no han estat favorables per la fructificació dels fongs, els índexs de diversitat indiquen que la comunitat fúngica de la zona d'estudi es troba en bon estat en termes de diversitat.

Resumen

En este trabajo se ha realizado un inventario micológico de las zonas ajardinadas del Campus Montilivi de la Universidad de Girona, con el objetivo de conocer la estructura, composición y diversidad de la comunidad fúngica de la zona. Aunque este grupo sigue siendo en gran medida desconocido, desempeña un papel clave en los ecosistemas y brinda diversos servicios ecosistémicos muy importantes para los humanos.

Para elaborar el inventario, se muestrearon 9 parcelas distribuidas por todo el campus, que en total abarcan una superficie de 12.736 m² y se encuentran entre los 98 y 116 metros sobre el nivel del mar. La identificación de especies se realizó in situ, anotando también la abundancia de cada una. En el laboratorio, solo se analizaron las especies que generaban dudas, causando el mínimo impacto posible en el medio muestreado. Se recogieron los datos de campo en Excel y se complementaron con la familia y ecología de cada especie. Posteriormente, se recopilaron en una tabla todas las especies inventariadas, junto con la información relevante de cada una, y se elaboraron diferentes gráficos sectoriales que representan la representatividad de cada familia y rol ecológico (saprófito, micorrízico o parásito) dentro de la comunidad fúngica. Además, se proporcionó una lista con la información relevante de las especies más abundantes de cada grupo. También se analizó la abundancia de individuos y la ecología dominante en cada parcela muestreada. Por último, se realizó un análisis de la diversidad de la comunidad fúngica de la zona utilizando el índice de Shannon-Wiener (H') y la equitatividad (E).

El inventario consta de 24 especies, de las cuales una pertenece al grupo Ascomycota y el resto al grupo Basidiomycota. La familia dominante en la zona de estudio, que representa más de la mitad de la comunidad, es Psathyrellaceae. En cuanto a los roles ecológicos, los saprófitos representan el 83% de la comunidad, mientras que los micorrízicos son minoritarios y no se encontraron parásitos. Aunque los resultados no se pueden considerar realmente representativos de la comunidad, ya que se necesitaría recopilar datos durante un período más largo de tiempo o utilizar técnicas de secuenciación masiva en muestras del suelo de la zona de estudio, y las condiciones ambientales, como las precipitaciones, no han sido favorables para la fructificación de los hongos, los índices de diversidad indican que la comunidad fúngica de la zona de estudio se encuentra en buen estado en términos de diversidad.

Abstract

In this study, a mycological inventory was conducted in the landscaped areas of the Montilivi Campus at the University of Girona, with the aim of understanding the structure, composition, and diversity of the fungal community in the area. Despite being a relatively unknown group, fungi play a crucial role in ecosystems and provide important ecosystem services to humans.

To develop the inventory, nine plots distributed across the entire campus were sampled, covering a total area of 12,736 m² and ranging in elevation from 98 to 116 meters above sea level. Species identification was carried out on-site, with the abundance of each species also recorded. Only species that raised doubts were collected and analyzed in the laboratory, minimizing the impact on the sampled environment. Field data was collected in Excel and supplemented with information on the family and ecology of each species. Subsequently, all inventoried species were compiled in a table along with relevant information, and different sector graphs were created to represent the representation of each family and ecological role (saprobes, mycorrhizal, or parasitic) within the fungal community. A list with relevant information on the most abundant species in each group was also provided. The abundance of individuals and their dominant ecology in each sampled plot was analyzed. Finally, the fungal community's diversity in the area was assessed using the Shannon-Wiener index (H') and Evenness (E).

The inventory includes 24 species, with one belonging to the Ascomycota group and the rest to the Basidiomycota group. The dominant family in the study area, accounting for over half of the community, is Psathyrellaceae. In terms of ecological roles, saprophytes represent 83% of the community, while mycorrhizal species are in the minority, and no parasites were found. Although the results may not be considered truly representative of the community, as data collection over a longer period or the use of high-throughput sequencing techniques on soil samples from the study area would be required, and the environmental conditions, such as precipitation, have not been favorable for fungal fruiting, diversity indices indicate that the fungal community in the study area is in a good state in terms of diversity.

Reflexions sobre ètica, sostenibilitat i perspectiva de gènere.

Ètica

El redactat del cos del treball ha estat a partir d'idees pròpies, en mesura del possible, mentre que tota aquella informació i fotografies extretes d'articles i guies han estat referenciades.

Per l'elaboració de la memòria s'han utilitzat dades pròpies recollides en els diferents mostrejos, evitant el plagiat, i se n'ha fet una anàlisi estadística posterior on en cap cas s'ha falsificat cap mena de dada per facilitar la seva interpretació.

Sostenibilitat

Els mostrejos s'han realitzat amb cura per causar el mínim impacte sobre la comunitat fúngica de la zona. S'ha recol·lectat únicament aquells bolets que generaven dubtes a l'hora d'identificar-los, per poder inventariar i analitzar la diversitat de la comunitat de les zones enjardinades del Campus Montilivi de la manera més acurada possible sense generar un impacte significatiu sobre la comunitat de bolets presents.

Perspectiva de gènere.

La reflexió sobre la perspectiva de gènere amb relació a l'estudi micològic que es du a terme en aquest apartat està basada en proporció d'homes i dones que es dediquen a la recerca en el camp de la micologia.

S'ha fet analitzant l'autoria de les guies i articles utilitzats en l'elaboració de la memòria, i comparant si la majoria d'autors són homes o dones. El resultat d'aquesta comparació no ha estat sorprenent, hi ha un biaix important en la proporció de dones i homes autors en el camp de la micologia, essent, amb diferència, el gènere masculí el que més abunda entre els autors.

Aquest biaix no es veu només representat en les publicacions de l'àmbit de la micologia, sinó en tots els àmbits de la ciència: segons la UNESCO, les dones representen un 30% dels científics al món, i a mesura que augmenta la posició de feina, encara disminueix més la seva representació. Això és donat a diversos fenòmens com l'efecte Matilda, on s'ignora la participació de les dones en la investigació científica o s'atribueixen els seus èxits als companys masculins; o l'efecte sostre de vidre, que representa aquelles barreres invisibles que impedeixen a les dones avançar en la seva carrera pel fet de ser dones (Marciniak, 2021).

Personalment, tot i que la Unió Europea ha aprovat diverses polítiques d'igualtat de gènere, encara queden molts avenços i cal exigir molt més a les entitats responsables per aconseguir que les dones tinguem les mateixes possibilitats i representació que els homes en el món de la recerca.

1. Introducció

Els fongs són un dels recursos de biodiversitat menys explotats del nostre planeta. Antigament, s'havia estimat que hi havia un total d'1,5 milions d'espècies (Webster & Weber, 2007), però estudis més recents han estimat que el nombre total d'espècies es troba realment en un rang de 2,2 a 3,8 milions. D'aquesta totalitat d'espècies, actualment n'hi ha acceptades 120.000, el que representa, en el millor dels casos, un 8% del total (Hawksworth & Lücking, 2017).

Aquest grup presenta trets característics que els diferencien dels vegetals, dins dels quals van estar classificats durant molt de temps, fins al 1968 que es van diferenciar com a propi regne (Calcáneo & de la Cueva, 2021). Són organismes eucariotes i heteròtrofs, que s'alimenten de matèria orgànica provinent d'altres éssers vius, o restes d'aquests, mitjançant la lisotròfia, un procés de digestió externa en el qual secreten exoenzims que degraden la matèria orgànica formant compostos fàcilment assimilables que després absorbeixen (Naturalsom, s. d.).

Els fongs presenten mides i formes molt variables, inclosos organismes unicel·lulars microscòpics fins a formes pluricel·lulars fàcilment visibles a ull nu. Els fongs pluricel·lulars estan formats per una xarxa d'estructures tubulars, anomenades hifes, que augmenten en longitud pel creixement d'un extrem, es ramifiquen i formen un sistema radial que s'anomena com a miceli (Pérez Porto & Merino, 2018). Aquestes hifes són multinucleades, i poden ser septades (formant un miceli septat) o bé sifonals (formant el miceli cenocític) (Quistán, 2014). Les hifes es troben recobertes per una paret cel·lular formada principalment per quitina, glucans i glicoproteïnes, que li proporciona una gran plasticitat a les cèl·lules, els proporciona protecció davant diverses tipologies d'estrès ambiental, com per exemple els canvis osmòtics. També té proteïnes que actuen com adhesines o receptores que els permet la interacció amb el medi extern. (Pontón, 2008).

Els fongs es reproduïxen mitjançant processos sexuals: gametangia, gametangiogàmia, espermatització o somatogàmia; o bé per processos asexuals: fragmentació, fissió, esporulació o mitjançant conidis (Lecciones Hipertextuales de Botánica, s.d.). La majoria dels fongs es reproduïxen a partir d'espores, estructures microscòpiques, immòbils dispersades pel vent, l'aigua o els animals. A partir de l'extrem del miceli es forma el cos fructífer, el que s'anomena comunament com bolet, format per un teixit estèril, excepte una petita part, l'himeni, on es produeixen les espores (Adesper, s.d.). Segons la morfologia del cos fructífer el Regne dels fongs queda dividit principalment en quatre filums: Chytridiomycota (els únics que produeixen cèl·lules mòbils en el seu cicle de vida), Zygomycota (que formen zigospores), Ascomycota (caracteritzats per la formació de l'asc que produeix ascospores) i Basidiomycota, sobre el qual ens centrem principalment en aquest treball (Popoff, s. d.). Aquests últims són caracteritzats per formar unes estructures anomenades basidis on es formen les basidiòspores. A més aquests també posseeixen una altra estructura característica del grup, el dolípor, un porus que regula el que transita entre les hifes septades (Rothschuh, 2022).

Els fongs estableixen relacions complexes entre ells mateixos i amb el medi on es desenvolupen. Segons la seva ecologia, és a dir, el tipus de relació que estableixen, podem distingir entre fongs sapròfits, paràsits i micorrízics. Els fongs sapròfits són els que s'alimenten de matèria morta o en descomposició. La seva funció en alguns ecosistemes és molt important pel fet que són aquells que intervenen en la mineralització de les restes vegetals fent que posteriorment formen part de l'humus

sent aprofitables per a altres éssers vius. Els fongs paràsits són aquells que estableixen una relació amb un hoste, sigui animal, vegetal o un altre fong, al qual li causen danys, i fins i tot la mort. Els fongs constitueixen el 90% dels paràsits vegetals i cada any destrueixen aproximadament un 15% de la producció vegetal mundial. Els fongs micorrízics són aquells que formen una relació simbiòtica amb les arrels d'una planta superior on la planta representa una font de matèria orgànica, com el carboni (que obté mitjançant la fotosíntesi), pel fong, i aquest li proporciona una superfície d'absorció de minerals, com per exemple el fòsfor (Adesper, s.d.).

Els fongs, sobretot aquelles espècies simbiòtics i sapròfites, tenen una relació estreta amb els serveis ecosistèmics, definits com aquells beneficis per l'ésser humà que s'obtenen de la natura. A l'acte conegut com la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* convocat per l'Organització de les Nacions Unides poc abans de l'any 2000 els serveis ecosistèmics van quedar dividits en quatre tipologies principals (Heredia-Abarca, 2020). En primer lloc, els serveis d'aprovisionament, com la producció d'aliments, aigua i altres materials; si ens referim als fongs, aquests ens proporcionen des de bolets de diferents tipus, fins a extractes de llevats amb els quals s'elaboren tota classe d'aliments fermentats. En segon lloc, els serveis de regulació, com el control del clima i la regulació de malalties animals i humanes, ja que canvis en els ecosistemes poden provocar un canvi en l'abundància de patògens, l'aparició de malalties infeccioses fúngiques que poden amenaçar, per exemple, diferents cultius. També els serveis de suport, és a dir, aquells que mantenen en el temps les condicions de vida a la Terra. En aquest els fongs representen un paper important, ja que aquest grup participa tant en el cicle de l'aigua, sobretot fongs micorrízics que la transporten a distàncies considerables, i en el cicle dels nutrients, gràcies a la capacitat que posseeixen de secretar enzims capaços de digerir materials recalcitrants com la lignocel·lulosa, reciclant els nutrients principals i alliberant-los per a la seva utilització per altres éssers vius. A més a més, aquests també són útils en molts tractaments de bioremediació. Per ,ens proveeixen de serveis culturals, que són aquells beneficis recreatius i espirituals, als quals els usos dels fongs per aquests s'estenen fins a temps prehistòrics; per exemple, els fongs psicotròpics han estat utilitzats, amb finalitats místiques, per metges i xamans des de temps antics (Moore et al., 2020).

En aquest estudi es realitza un inventari micològic de les zones enjardinades del Campus Montilivi de la Universitat de Girona (Girona), amb el qual es pretén analitzar la diversitat i l'ecologia de la comunitat fúngica de la zona. Un inventari micològic és un estudi que permet la identificació, catalogació i el registre de la comunitat fúngica d'una àrea geogràfica específica, que normalment s'utilitza amb l'objectiu d'analitzar la biodiversitat de la zona i per la conservació d'espècies (Foster & Bills, 2011). Es poden elaborar a partir de la recollida de mostres del sòl o de tècniques moleculars, però també a partir de tècniques de recol·lecció o de mostreig, com és el cas d'aquest estudi. La Societat Catalana de Micologia, adherida a la Institució Catalana d'Història Natural, nascuda l'any 1995 a raó de la modernització de l'antic Butlletí de la Societat Catalana de Micologia, iniciat l'any 1974, edita cada any la Revista Catalana de Micologia. En aquesta hi podem trobar diversos inventaris del territori català i diferents articles i publicacions relacionades amb la micologia, com per exemple l'Estudi dels fongs de Sant Joan de l'Erm i la Vall de Santa Magdalena de Montón i Martínez (2019), o bé, relacionat amb els espais urbans, l'Estudi de la micoflora dels parcs periurbans de la ciutat d'Olot: Parc Nou, la Moixina i la Deu de Pérez-De-Gregorio et al. (2020).

2. Objectives

The main objectives of the study are presented below:

- Characterize the fungal community of the landscaped areas of Campus Montilivi.
- Determine the diversity and ecology of the fungal community in the study area.

3. Metodologia

3.1 Zona d'estudi

L'inventari s'ha realitzat en les zones enjardinades circumdants al Campus Montilivi de la Universitat de Girona.

En la *Figura 1* s'observen les 9 parcel·les mostrejades a l'estudi. L'àrea i vegetació predominant d'aquestes es mostren en la Taula 1. En total cobreixen una superfície de 12.736 m², que es troba entre 98 i 116 m per sobre del nivell del mar.



Figura 1. Ubicació de les diferents parcel·les mostrejades sobre l'Ortofoto del Campus Montilivi. **Font:** Elaboració pròpia a partir de ICGC (s. d.). Vissir.

Taula 1. Descripció de la vegetació i superfície de les 9 parcel·les mostrejades.

Parcel·la	Vegetació predominant	Superfície (m ²)
Jardí Roures	Gespa amb <i>Quercus</i>	276
Oest Ciències	Gespa	598
Nord Econòmiques	Gespa amb <i>Cupressus</i> , <i>Pinus</i> i <i>Quercus</i> amb virosta	256
Passadís Barracons	<i>Quercus</i> amb virosta	317
Pati Dret	Gespa amb <i>Populus</i>	1013
Politécnica	Gespa	3275
Sud Barracons	Gespa	1257
Sud Ciències	Gespa amb <i>Quercus</i>	616
Sud Econòmiques	Gespa amb <i>Quercus</i> , <i>Pinus</i> i <i>Cupressus</i> .	5128

Aquestes parcel·les es troben gestionades per l'Oficina Verda de la Universitat de Girona. La gestió d'aquestes parcel·les s'ha centrat en la introducció d'espècies autòctones de prat de l'entorn i en el seu manteniment sota criteris de jardineria ecològica des de 1998, seguint les directrius que s'inclouen com a prescripcions tècniques en els contractes de Neteja i manteniment de les zones verdes del campus UdG.

Fins aquesta primavera del 2023 les directrius han estat les següents:

- La sega de cada parcel·la depèn de si aquesta té un sistema de regadiu o no, i tot i que segons la meteorologia pot variar en un $\pm 20\%$, la freqüència mitjana de sega era de 20 intervencions/any en el cas de gespes de regadiu, i de 12 intervencions/any en les gespes o zones de prat sense sistema de reg.
- Els sistemes de reg usualment funcionaven de mitjans d'abril fins a mitjans d'octubre, amb una programació estàndard de 3-4 dies setmanals, 15 minuts per dia cada sector, el que representava aproximadament un volum d'aigua de 4 L/m² diaris.

Aquesta primavera del 2023, però, amb la prohibició de regar les gespes pel Decret de sequera, només es fa regs de subsistència en els espais de relació, és a dir en les zones més properes a la facultat (el que correspon a les parcel·les Politècnica i Sud Econòmiques de la Figura 1, i la parcel·la interior de la Facultat de Ciències). Cal esmentar, però, que aquestes noves directrius dependran de com evoluciona el règim de pluges anual.

A més a més, participant en el procés de renaturalització que s'està duent a terme a la ciutat de Girona i amb l'objectiu d'afavorir l'aparició de comunitats d'artròpodes i pol·linitzadors, s'ha aturat les segues de primavera de les gespes o zones de prat, i a partir d'ara se segaran una mitjana de 10 cops/any aproximadament.

Totes les zones mostrejades es troben obertes al pas, i estan exposades al trepig freqüent de les persones.

El clima de la zona estudiada, Girona, està categoritzat dins del que s'anomena clima mediterrani, el qual el podem definir com a un clima sec, càlid a l'estiu i humit a l'hivern, amb una oscil·lació

moderada (Rojas Cortorreal, 2015). La temperatura mitjana anual és de 14,7 °C i la precipitació mitjana anual és de 728 mm (Meteorología, A. E. de., s.d.a).

La precipitació acumulada de la tardor de 2022 (Figura 2) i, sobretot la de primavera de 2023 (Figura 3) han estat inferiors respecte a la precipitació acumulada mitjana registrada entre els anys 1981 i 2010. Tenint en compte que la pluja juga un paper fonamental en el desenvolupament dels bolets, la disminució d'aquestes ha limitat no només el creixement dels bolets, sinó també el nombre de mostres i l'obtenció de dades.

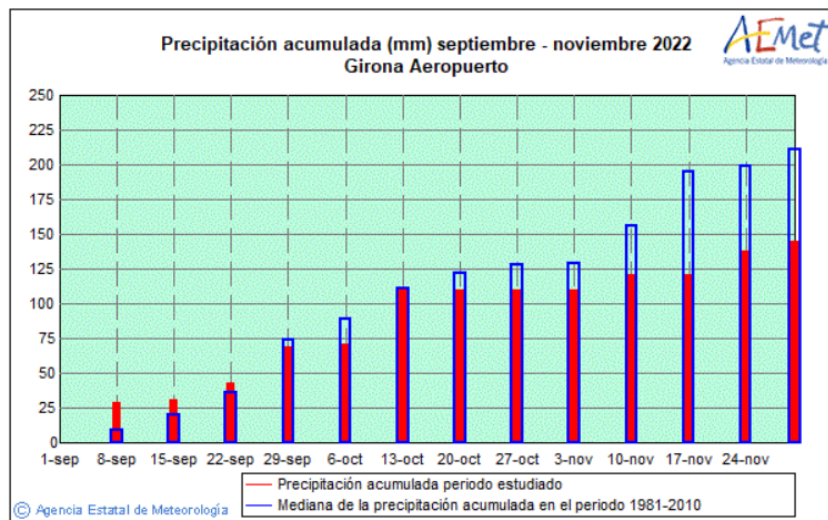


Figura 2.Dades de la precipitació acumulada del període de Setembre a Novembre del 2022 respecte la mitjana recollida els anys 1981-2010 a l'estació meteorològica de l'Aeroport de Girona. Font: Meteorología, A. E. de. (s.d.b).

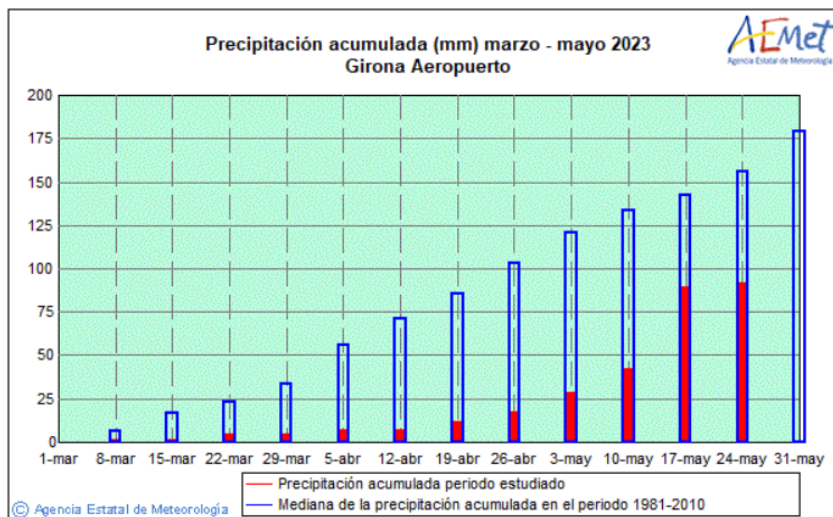


Figura 3.Dades de la precipitació acumulada del període de Març a Maig del 2023 respecte la mitjana recollida els anys 1981-2010 a l'estació meteorològica de l'Aeroport de Girona. Font: Meteorología, A. E. de. (s.d.c).

3.2 Disseny experimental

Per fer l'inventari s'ha dut a terme dos mostrejos a la tardor, els dies 7 i 28 de novembre del 2022, i un a la primavera, el dia 25 d'abril del 2023. El criteri per escollir els dies de mostreig ha estat escollir els dies on les condicions climàtiques i del terreny fossin, a priori, el màxim favorable possible per al creixement dels bolets amb l'objectiu d'obtenir la màxima representativitat possible de la comunitat micològica a la zona d'estudi.

S'han escollit prèviament al primer mostreig les parcel·les a inventariar, i en els tres mostreigs s'han utilitzat les mateixes. En els tres mostreigs s'ha recorregut una única vegada cada parcel·la i en un únic sentit, aplicant el mateix esforç de mostreig en cada un d'ells.

A mesura que es localitzen els bolets s'identifiquen in situ mitjançant la distinció de característiques morfològiques pròpies de cada espècie amb l'ajuda de Carles Roqué, i es fa un comptatge exacte. En cas de no ser possible, aquells bolets que generen dubtes es transporten al laboratori on s'observaran a major detall, emprant un microscopi òptic, permetent identificar-lo a partir d'estructures microscòpiques distintives de l'espècie com els basidis, o les espores, etc.

3.3 Anàlisi de les dades

Les dades preses a camp en paper, espècie, habitat i abundància, s'han recollit posteriorment en un full de càlcul de Microsoft Excel (2016) i s'han complementat amb altra informació útil per la posterior anàlisi de la comunitat fúngica, com per exemple el grup, la família o l'ecologia.

Totes les dades recollides en els tres mostrejos s'han tractat com un conjunt, perquè, excepte 4 individus de l'espècie *Trametes hirsuta*, tots els exemplars inventariats s'han observat en els dos mostrejos realitzats al novembre, és a dir, a la tardor.

Per fer una anàlisi sobre la composició i l'ecologia de la comunitat, s'ha elaborat taules amb l'abundància relativa dels bolets inventariats segons la família, l'ecologia (sapròfit, micorrízic o paràsit) i la parcel·la on s'han observat, per a després elaborar diferents gràfics de sectors.

Aquests han estat acompanyats per una breu descripció dels bolets més abundants de cada grup ecològic, les quals han estat elaborades a partir dels inventaris *Flora Micològica de Andalucía* de la *Conserjería de Medioambiente y Ordenación del Territorio* (2018), *Atlas de Hongos de la Región de Murcia* de Honrubia et al. (2018), *Atlas micológico de la provincia de Zamora* de Martín (2020) i *Catálogo da macromicobiota das montañas do Courel (Galicia, NO España)* de Díaz & Rigueiro (2020).

Per analitzar la diversitat de la comunitat fúngica de les zones enjardinades del Campus Montilivi s'ha utilitzat dues tipologies d'índex de diversitat alfa, que és aquella riquesa d'una comunitat específica que considerem homogènia (Moreno, 2001), índexs basats en la quantificació d'espècies a la comunitat (Riquesa específica) i índexs basats en l'estructura de la comunitat (Shannon-Weiner i Equitativitat). L'índex de Riquesa específica (S) és el nombre total d'espècies totals que s'han inventariat.

L'índex de Shannon-Wiener (H') calcula la probabilitat de què agafant un individu a l'atzar de la comunitat, tenint en compte que totes les espècies estan representades en la mostra, es pugui predir

a quina espècie pertany. Aquest és un índex que ten en compte la riquesa d'espècies i la seva abundància (Molina & Farinós, s.d.), i pren valors entre 0 (quan hi ha una única espècie en la mostra) i el logaritme de la riquesa específica.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (\text{eq. 1})$$

On:

p_i representa l'abundància relativa (nombre d'individus d'una espècie respecte al nombre total d'individus) de cada espècie.

L'Equitativitat (E) és un paràmetre que descriu la distribució de l'abundància a través de les espècies en una comunitat (Pyron, 2010), quan totes les espècies presenten la mateixa abundància és quan aquest paràmetre pren el valor màxim, és a dir 1.

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (\text{eq. 2})$$

4. Resultats

4.1 Caracterització de la comunitat: composició i ecologia

S'han inventariat un total de 24 espècies de 14 famílies diferents. Totes les espècies inventariades estan recollits a la Taula 2, on per a cada espècie s'indica informació rellevant relacionada com: grup, família, hàbitat, època on s'ha observat el cos fructífer (tardor o primavera), l'ecologia (sapròfit, micorrízcic o paràsit) i abundància.

Taula 2. Inventari micològic de les zones enjardinades del Campus Montilivi, on es recullen totes les espècies observades acompanyades d'informació bàsica de cada una. **Font.** Elaboració pròpia.

ESPÈCIE	GRUP	FAMÍLIA	HÀBITAT	OBSERVACIÓ	ECOLOGIA	ABUNDÀNCIA
<i>Helvella crispa</i>	Ascomycota	Helvellaceae	Virosta <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Micorrízcic	1
<i>Agaricus campestris</i>	Basidiomycota	Agaricaceae	Gespa	Tardor	Sapròfit	4
<i>Agaricus xanthodermus</i>	Basidiomycota	Agaricaceae	Herba	Tardor	Sapròfit	2
<i>Lepiota cristata</i>	Basidiomycota	Agaricaceae	Herba	Tardor	Sapròfit	3
<i>Lepiota lilacea</i>	Basidiomycota	Agaricaceae	Herba	Tardor	Sapròfit	3
<i>Tulostoma brumale</i>	Basidiomycota	Agaricaceae	Sòl	Tardor	Sapròfit	3
<i>Conocybe tenera</i>	Basidiomycota	Bolbitiaceae	Gespa	Tardor	Sapròfit	7
<i>Xerocomus ferrugineus</i>	Basidiomycota	Boletaceae	Virosta <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Micorrízcic	1
<i>Trametes hirsuta</i>	Basidiomycota	Coriolaceae	Soca <i>Populus</i>	Tardor i primavera	Sapròfit	12
<i>Entoloma conicosericeum</i>	Basidiomycota	Entolomataceae	Virosta <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Sapròfit	6
<i>Marasmius oreades</i>	Basidiomycota	Marasmiaceae	Herba	Tardor	Sapròfit	29
<i>Mycena xantholeuca</i>	Basidiomycota	Mycenaceae	Virosta <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Sapròfit	20
<i>Pleurotus eryngii</i>	Basidiomycota	Pleurotaceae	Arrels penicall	Tardor	Sapròfit	5

<i>Volvopluteus gloiocephalus</i>	Basidiomycota	Pluteaceae	Herba	Tardor	Sapròfit	2
<i>Ganoderma applanatum</i>	Basidiomycota	Polyporaceae	Soca <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Sapròfit	2
<i>Ganoderma lucidum</i>	Basidiomycota	Polyporaceae	Soca <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Sapròfit	1
<i>Coprinopsis atramentaria</i>	Basidiomycota	Psathyrellaceae	Gespa	Tardor	Sapròfit	1
<i>Coprinus comatus</i>	Basidiomycota	Psathyrellaceae	Gespa i sòl	Tardor	Sapròfit	8
<i>Lacrymaria lacrymabunda</i>	Basidiomycota	Psathyrellaceae	Sòl	Tardor	Sapròfit	>50
<i>Parasola plicatilis</i>	Basidiomycota	Psathyrellaceae	Gespa	Tardor	Sapròfit	>50
<i>Psathyrella candolleana</i>	Basidiomycota	Psathyrellaceae	Gespa	Tardor	Sapròfit	>50
<i>Pisolithus arhizus</i>	Basidiomycota	Sclerodermataceae	Sòl	Tardor	Micorrízic	1
<i>Scleroderma areolatum</i>	Basidiomycota	Sclerodermataceae	Sòl	Tardor	Micorrízic	3
<i>Tubaria furfuracea</i>	Basidiomycota	Tubariaceae	Virosta <i>Quercus ilex</i>	Tardor	Sapròfit	7

En total s'ha trobat una única espècie pertanyent al grup Ascomycota, *Helvella crispa*, i les 23 restants pertanyen al grup Basidiomycota. Del total de 14 famílies, Psathyrellaceae és la més abundant, les cinc espècies trobades d'aquesta família representen més del 50% de la comunitat fúngica inventariada a l'àrea d'estudi (Figura 4), essent tres d'aquestes les úniques que presenten una abundància igual o superior als 50 individus. Representant l'11% de la comunitat inventariada, trobem, representada per una única espècie (*Marasmius oreades*), la família Marasmiaceae. També trobem les famílies Mycenaceae, Agaricaceae, Coriolaceae, Bolbitaceae i Tubariaceae, que representen entre el 7 i el 3% de la comunitat fúngica inventariada; de les quals cal destacar la família Agaricaceae, ja que, tot i que s'han observat pocs individus, s'han inventariat fins a 5 espècies diferents incloses en aquesta família. Les 7 famílies restants incloses en l'inventari de la Taula 2, representen menys del 3% de la comunitat i han estat agrupades en la categoria altres a la Figura 4.

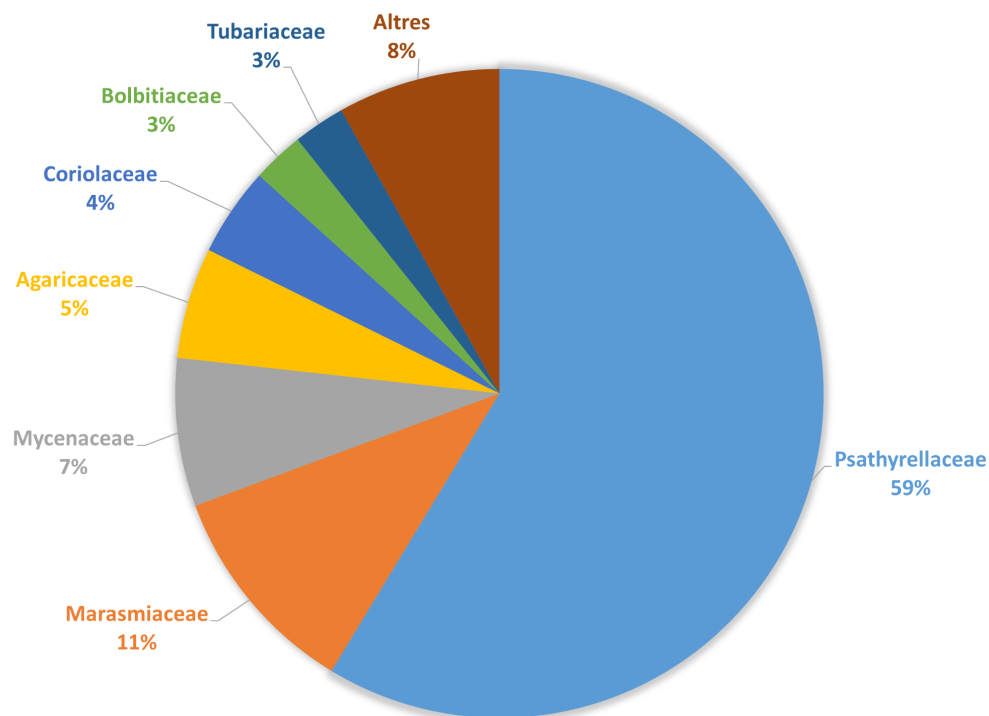


Figura 4. Gràfic de sectors que representa l'abundància relativa de famílies inventariades en les zones enjardinades del Campus Montilivi. **Font.** Elaboració pròpia.

A escala ecològica, predominen les espècies sapròfites, ja que un 83% de les espècies inventariades pertanyen a aquesta categoria, enfront de les micorríziques que representen un 17% (Figura 5). Concretament, hi ha 20 espècies sapròfites i 4 micorríziques, entre les quals es troba l'única espècie del grup Ascomycota inventariada. Aquest inventari inclou dues espècies que es cataloguen usualment com a paràsites, però com que han estat observades sobre una soca morta de *Quercus ilex*, s'han considerat com a sapròfites.

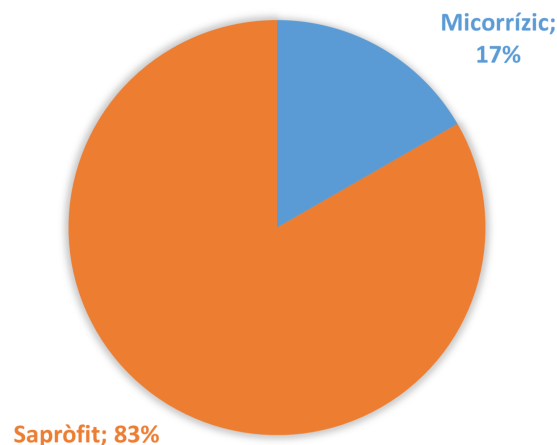


Figura 5. Gràfic de sectors que representa l'abundància relativa de famílies inventariades en les zones enjardinades del Campus Montilivi per cada estratègia ecològica. **Font.** Elaboració pròpia.

4.1.1 Sapròfits

De les 14 famílies inventariades, 11 són sapròfites i contenen 20 espècies que en total representen el 83% de la comunitat, trobant-se entre elles també les més abundants de tot l'inventari (Taula 2). A continuació es fa un llistat de les espècies més abundants dins d'aquest grup, acompanyat d'una breu descripció de cada una.

PSATHYRELLACEAE

Tres de les cinc espècies d'aquesta família presents a l'inventari, són, amb diferència, les més abundants a la zona d'estudi. Aquestes compten amb més de 50 individus, fent que, en conjunt, aquesta família representi més del 50% de l'abundància de la comunitat fúngica de la zona (Figura 4).

Lacrymaria lacrymabunda (Figura 6a) fructifica a la primavera i la tardor sobre el sòl o sobre restes orgàniques a la vora de camins, parts o jardins. En aquest cas va ser observat sobre el sòl a la parcel·la del passadís barracons (Figura 1) a la tardor. Aquesta espècie, tot i que no té un alt valor culinari, és comestible.

Parasola plicatilis (Figura 6b), observada sobre la gespa de Sud Econòmiques (Figura 1) al mostreig de finals de novembre. Apareix de manera freqüent sobre prats durant la primavera i la tardor. El cos fructífer d'aquesta espècie és de curta durada, apareix durant la nit després de la pluja i després es desenvolupa, es desfà de les seves espores i desapareixen en 24 hores o menys (*Parasola plicatilis*,

Pleated Inkcap mushroom, s.d.).

Psathyrella candolleana (Figura 6c) creix en grup sobre restes llenyoses enterrades, vores de camins o herbes, com en el cas d'aquest estudi, que es van observar sobre herba a Sud Econòmiques (Figura 1) al mostreig del 28 de novembre. Aquesta espècie, com també les dues anteriors, tot i que és comestible, no posseeix cap mena d'interès culinari.



Figura 6. a) Foto de *Lacrymaria lacrymabunda*, b) Foto de *Parasola plicatilis* c)Foto de *Psathyrella candolleana*. **Font.** Elaboració pròpia.

MARASMIACEAE

Aquesta família es troba representada l'inventari per una única espècie, però tot i això és la segona espècie més abundant (Taula 2), fent que aquesta família representi en realitat l'11% de la comunitat inventariada.

Marasmius oreades (Figura 7), observada a les parcel·les de Sud Barracons, Politècnica i Oest Econòmiques sobre gespa (Figura 1) als dos mostrejors de tardor, és una espècie que pot créixer tant en clars de bosc com en prats i vores de camins, formant erols. És una espècie molt comercialitzada pel seu alt valor gastronòmic.



Figura 7. Foto de *Marasmius oreades*. **Font.** Bissanti (2022).

MYCENACEAE

Mycena xantholeuca (Figura 8) és una espècie sense cap mena d'interès culinari, que creix sobre molces o sobre virosta d'algunes espècies d'arbres com els pins, xiprers, o alzines com en el cas d'aquest estudi, que es va trobar a l'últim mostreig del novembre sobre virosta de *Quercus ilex* a Passadís Barracons (Figura 1).



Figura 8. Foto de *Mycena xantholeuca*. Font. Elaboració pròpia.

CORIOLACEAE

Trametes hirsuta (Figura 9), és l'única espècie que s'ha observat en els tres mostrejors realitzats; en aquest cas sobre la mateixa soca de *Populus* a Sud Econòmiques (Figura 1). És una espècie sapròfita que creix sobre fusta d'arbres planifolis com *Quercus*, *Crataegus* i *Populus*, com és el cas del bolet inventariat en aquest estudi. Aquesta espècie no és comestible.



Figura 9. Foto de *Trametes hirsuta*. Font. Elaboració pròpia.

POLYPORACEAE

Dins d'aquesta família trobem incloses dues espècies, *Ganoderma applanatum* (Figura 10) i *Ganoderma lucidum* (Figura 11), que tot i que no són de les més abundants a l'inventari, és interessant comentar-les, ja que són espècies paràsites que a vegades poden adoptar el rol ecològic de sapròfites, com en el cas de l'estudi que s'han observat sobre una soca morta de *Quercus ilex*. Són espècies plurianuals que creixen sobre fusta viva d'espècies arbòries de planifolis durant tot l'any, però només s'han observat als mostrejors de tardor, ja que la soca de *Quercus ilex* sobre la que creixien va ser arrancada al mes d'abril. *G. applanatum* no és comestible (MICOEX, s.d.) però *G. lucidum* sí, tot i que amb un baix interès gastronòmic. Aquesta última és espècie, és coneguda pel seu interès medicinal perquè és utilitzada en la medicina tradicional asiàtica.



Figura 10. Foto de Ganoderma applanatum. Font. Elaboració pròpia.



Figura 11. Foto de Ganoderma lucidum. Font. Ganoderma lucidum (s.d.).

4.1.2 Micorrízics

S'han inventariat 4 espècies, de 3 famílies diferents, que pertanyen en aquest grup. Tot i que representen un 17% de les famílies inventariades (Figura 5), si parlem d'abundància d'individus, és molt inferior a la de moltes espècies de sapròfits: de cada una de les espècies micorríziques inventariades només se n'ha observat un individu, excepte d'una que se n'ha observat 3 (Taula 2).

HELVELLACEAE

Aquesta família inclou l'únic exemplar de l'única espècie que pertany al grup Ascomycota de l'inventari. Aquesta és *Helvella crispa* (Figura 12), que creix tan sola com en grup sota coníferes o fustes dures, o bé sobre restes de fusta podrida en zones pertorbades, com en el cas de l'estudi, que s'ha observat al mostreig de finals de novembre sobre virosta de *Quercus ilex* al Passadís Barracons (Figura 1).



Figura 12. Foto d'Helvella crispa. Font. Elaboració pròpia.

BOLETACEAE

Xerocomus ferrugineus observat al mostreig del 28 de novembre sobre virosta de *Quercus ilex* al Passadís Barracons (Figura 1), es troba usualment relacionat amb arbres del gènere *Quercus*, però sobretot a *Quercus ilex* (Figura 13). Aquesta espècie necessita pluges estivals per poder fructificar, i ho fa tant a l'estiu com a la tardor. D'aquesta espècie només se'n poden consumir els individus joves, i aquests tenen poc valor gastronòmic.



Figura 13. Foto de *Xerocomus ferrugineus*. Font. *Xerocomus ferrugineus* (s.d.).

SCLERODERMATACEAE

Pisolithus arhizus (Figura 14), observat a finals de novembre a Nord Econòmiques (Figura 1), sol fructificar en boscos i matolls mediterranis en primers estadis de successió, o bé en vores de camins i zones alterades. Tot i que és una espècie comestible, es considera de baixa qualitat per a ús gastronòmic, i és més coneguda per ser una espècie molt útil en reforestacions d'espais naturals: es micorrizen les plantes abans de la seva implementació, augmentant la seva probabilitat de sobreviure.



Figura 14. Foto de *Pisolithus arhizus*. Font. TMLOSA (2021).

Scleroderma areolatum (Figura 15) és l'espècie micorrízica més abundant de l'inventari (Taula 2), i es va observar al primer mostreig del novembre a Jardí Roures (figura 1). Possiblement és la més abundant a l'inventari perquè és una espècie que rarament creix sola, sol créixer de manera agrupada en boscos humits de coníferes o planifolis (Kuo, 2004).



Figura 15. Foto de *Scleroderma areolatum*. **Font.** *Scleroderma areolatum*, Leopard Earthball fungus (s.d.).

L'abundància d'individus no es troba distribuïda de manera uniforme per les diferents parcel·les de la zona d'estudi, sinó que el 76% d'aquests s'han observat en dues parcel·les: un 42% dels individus inventariats a Sud Econòmiques i un 34% a Passadís Barracons (Figura 16), que juntes representen en total un 42,75% de l'àrea total de la zona d'estudi. A les parcel·les Oest ciències, Sud ciències i Pati Dret (Figura 1) no s'ha observat cap individu.

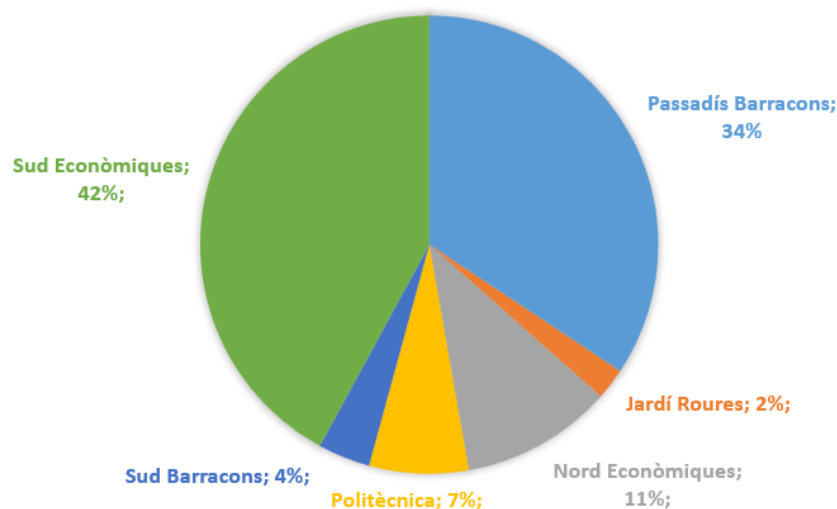


Figura 16. Gràfic de sectors representant l'abundància relativa d'individus inventariats a les diferents parcel·les de mostreig. **Font.** Elaboració pròpia.

4.2 Diversitat

Els resultats dels càlculs dels tres índexs de diversitat alfa es mostren a la Taula 3. La riquesa (S) mostra el nombre d'espècies inventariades.

L'índex de Diversitat de Shannon-Wiener (H') pren valors de 0 a 5, en els quals es pren els valors menors a 2 com a diversitat baixa, els valors compresos entre 2 i 3,5 com a diversitat normal i

superiors a 3,5 com a diversitat alta (Meraz, 2017). En el cas del Campus Montilivi, el valor d'H' es troba just al límit entre el rang de diversitat normal i alta ($H' = 3,5$).

L'Equitativitat (E) que pren valors entre 0 i 1, essent aquelles comunitats amb valors propers a 1 les que presenten una major diversitat, pren el valor de 0,76 en la zona d'estudi. Aquest valor ens indica que tot i que no és extrem, hi ha un cert grau de dominància d'algunes espècies (l'abundància d'unes difereix molt de les altres), les quals segurament són aquelles més abundants (*Lacrymaria lacrymabunda*, *Parasola plicatilis* i *Psathyrella candolleana*) que difereixen amb més de 20 individus amb la següent espècie més abundant i amb més de 40 individus amb moltes espècies (Taula 1).

Taula 3. Valors dels índex de diversitat de la comunitat de fongs inventariada.

ÍNDEX	
Riquesa (S)	24
Shannon-Wiener (H')	3,50
Equitativitat (E)	0,76

5. Discussió

En un total de 12.736 m² que ocupa la zona d'estudi s'han inventariat 24 espècies de 14 famílies diferents. Que el nombre d'espècies inventariades, en una superfície tan gran, sigui baix pot estar relacionat amb diferents factors.

En primer lloc, factors relacionats amb l'impacte humà com el constant trepig de les persones a la majoria de les zones inventariades i la constant sega de l'herba que talla els bolets fent que alguns individus, i per tant espècies, puguin passar desapercebudes en els mostrejos. Dins d'aquests factors també trobem les obres que es van fer en dues parcel·les durant la primavera del 2023. Unes al Jardí Roures durant les quals van arrancar una soca de *Quercus ilex* i amb ella dues espècies plurianuals, observades als mostrejos de tardor: *Ganoderma applanatum* i *Ganoderma lucidum*. La segona obra es va fer a Passadís Barracons on, en treure un dels barracons, es va remoure el sòl, eliminant la virosta de *Quercus ilex* i les herbes sobre les quals s'hi havia observat diversos bolets al mostreig de tardor i, segurament, causant danys en el miceli dels fongs presents. Aquesta última obra va contribuir en el fet que aquesta parcel·la, de petites dimensions, passés de representar un 34,83% de l'abundància total dels bolets inventariats a la tardor, a ser una parcel·la on no es va observar cap individu al mostreig de primavera.

En segon lloc, trobem els factors climàtics. La temperatura, el vent i les pluges influeixen de manera directa el desenvolupament dels bolets (Climatología y setas: Todo lo que debes saber, 2018). Les escasses precipitacions durant la tardor del 2022, i sobretot a la primavera del 2023, han limitat, no només els dies de mostreig, sinó que també el nombre d'espècies que hagin pogut fructificar.

De les 14 famílies inventariades, la família Psathyrellaceae domina en la comunitat, representant un 59% del total d'individus inventariats, i va seguida de la família Marasmiaceae, que tot i estar representada per una única espècie (*Marasmius oreades*), representa un 11% de l'abundància total de l'inventari. Això pot estar relacionat amb l'ecologia d'aquestes famílies, les espècies de la qual són

totes sapròfites; i és que els sapròfits representen en total un 83% de la comunitat estudiada, incloent-hi 11 famílies de l'inventari. Com bé diu el mateix terme d'ecologia, el qual es defineix com la branca de la ciència que estudia com interactuen els organismes entre si i el seu ambient (¿Qué es la ecología?, s.d.), és molt important tenir en compte la relació que tenen amb el substrat on viuen i la resta d'éssers vius amb els quals es relacionen com, per exemple, les plantes. Quasi la totalitat de l'àrea d'estudi està coberta per gespa, excepte algunes parts amb sòl nu i la parcel·la Passadís Barracons que està coberta per virosta de *Quercus*. En algunes parcel·les trobem, en poca abundància, la presència d'algunes espècies arbòries de *Populus*, *Quercus*, *Pinus* i *Cupressus*. Aquest tipus d'hàbitats, com els sòls recoberts de gespa i de virosta, és a dir, de matèria orgànica, afavoreixen l'aparició de fongs sapròfits, ja que si les condicions ambientals són favorables, aquests només necessiten que els seus hàbitats tinguin suficient contingut orgànic per donar suport al seu creixement (*Fungus—Saprobic Fungi, Organic Material, Temperature Factor, and Spore Germination*, s.d.). Al contrari, l'aparició d'aquelles espècies micorríziques i paràsites, es veu clarament limitada per la poca diversitat d'hàbitats i vegetació amb les quals establir relacions simbiòtiques. En concert, en aquest inventari les famílies micorríziques representen un 17% i les paràsites no s'hi troben representades.

L'abundància de bolets inventariats es troba repartida de manera desigual entre les parcel·les de la zona d'estudi, i segurament aquest fet també està relacionat amb la tipologia d'hàbitat. Les parcel·les mostrejades amb més abundància d'individus són Sud Econòmiques i Passadís Barracons, amb un 42% i 34% de l'abundància total de bolets inventariats. A Sud Econòmiques, a part de tenir una gran superfície coberta amb gespa, també té altres aportacions de matèria orgànica morta com soques d'arbres morts, com la de *Populus* on s'ha observat l'espècie *Trametes Hirsuta* (l'única espècie present a l'inventari tant a la tardor com a la primavera), i espècies arbòries de *Quercus* i *Pinus*, que a més a més d'aportar matèria orgànica amb la seva virosta, fan ombra ajudant a mantenir durant més temps la humitat del sòl, en l'àrea que cobreix la seva copa, afavorint la fructificació dels bolets. A Passadís Barracons hi trobem distribuïts per tota l'àrea *Quercus ilex* que a part d'aportar una gran quantitat de matèria orgànica al sòl amb la virosta, la qual afavoreix l'aparició d'espècies sapròfites, permet l'aparició de diverses espècies micorríziques lligades a espècies arbòries, en el cas d'aquest estudi: *Xerocomus ferrugineus* i *Helvella crispa*. A més, aquesta zona, gràcies en part als arbres presents, però també als barracons que la delimiten, és majoritàriament ombrívola, el que ajuda a mantenir la humitat al sòl afavorint la fructificació dels carpòfors. La parcel·la Nord Econòmiques, tot i ser la parcel·la més petita de l'estudi, cobrint una superfície 256 m², representa un 11% de la comunitat inventariada, això pot ser degut al fet que a més d'en poc espai tenir una gran varietat de vegetació permetent l'aparició no només d'espècies sapròfites, sinó també d'espècies micorríziques com *Pisolithus arhizus*, es troba vorejant el bosc de darrere la biblioteca de Montilivi, permetent l'aparició també d'espècies d'aquests ambients i no només d'espais oberts, com per exemple *Volvopluteus gloiocephalus* que creix tant en boscos com en espais oberts (Kuo, 2018). Oposadament, la parcel·la Politècnica és la segona parcel·la més gran de tot l'estudi, amb 3.275 m² de superfície, i només s'hi han inventariat 19 individus de tres espècies diferents, representant un 7% de l'abundància total de l'inventari. Segurament pot ser degut a part de les constants seques que s'hi duen a terme, també s'hi duen a terme els assajos dels Xoriguers, els castellers de la Universitat de Girona, augmentant el trepig que rep aquella zona. A més és una zona completament exposada al sol, de manera que en períodes d'escasses precipitacions, com els d'aquest últim any, serà més difícil mantenir la humitat del sòl, la qual és essencial per al desenvolupament dels fongs.

Pel que fa a la diversitat de la zona, el resultat dels índexs de diversitat de Shannon-Wiener (H') i Equitativitat (E) suggereixen que la diversitat comunitària fúngica de les zones enjardinades del Campus Montilivi està en bon estat. L'índex de diversitat de Shannon-Wiener (H') indica que la diversitat fúngica de la zona inventariada es troba just al límit del líndar teòric que separa el que considerem com diversitat normal i diversitat alta. Equitativitat (E), que pren el valor de 0,76, ens indica que hi ha algunes espècies dominants en la comunitat (en aquest cas *Lacrymaria lacrymabunda*, *Parasola plicatilis* i *Psathyrella candolleana* amb més de 50 individus cada una, diferint de 20 individus de la segona espècie més abundant), però, tot i això, l'abundància de la resta d'espècies és força similar, fent que la diversitat de la comunitat sigui considerable.

Cal aclarir, però, que aquests resultats estan basats en la riquesa d'espècies (S), és a dir en el nombre d'espècies inventariades, i en la seva abundància. Tenint aquest fet en compte, cal dir que ni l'inventari ni els càlculs de diversitat són realment representatius de la comunitat fúngica de la zona per diverses raons. En primer lloc, es necessiten estudis intensius a llarg termini, vint anys o més, per determinar el nombre real d'espècies d'un lloc (Hawksworth, 2001). En segon lloc, si realment es vol fer un inventari i un estudi de la diversitat i composició de la comunitat fúngica d'un lloc que s'apropi a la realitat i sigui realment representatiu, a curt termini, no es pot dependre de què les condicions ambientals siguin favorables per poder observar els cossos fructífers de les espècies presents, tenint en compte que a més, passarien per desapercebuts molts individus del grup Ascomycota que poden ser unicel·lulars, o bé formar ascus microscòpics impossibles d'observar a ull nu (com segurament ha passat en aquest estudi, i per això s'ha inventariat una única espècie, *Helvella crispa*). Per fer un inventari realment representatiu de la comunitat, s'haurien d'aplicar tècniques de seqüenciació massiva a partir de mostres del sòl, com per exemple la PCR on s'utilitza habitualment per molts grups de fongs la regió transcrita interna dels gens codificadors del ribosoma com a marcador (Ihrmark et al., 2012).

6. Conclusions

Despite the scarce precipitation and constant anthropogenic impacts that the landscaped areas of Campus Montilivi receive, the overall diversity of the fungal community remains in good condition. However, the representation of ecological strategies in the area is unbalanced due to the fact that the majority of the study area is covered by grass or weeds. Saprophytic species dominate the community, while mycorrhizal and parasitic species, which also play important roles in the ecosystem, are poorly represented. Considering the typology of habitats present in the area, the ecological results are as expected. However, in terms of abundance, considering that the landscaped areas of Campus Montilivi cover a large surface area, the number of species and individuals inventoried is low.

Although this inventory is not truly representative of the community, it is important to continue sampling and collecting data in order to, in the future, understand the true composition and structure of this community and propose useful management strategies for conserving its diversity.

It is relevant that works like these continue to be carried out in order to characterize fungal communities in urban spaces, a topic that is understudied but important in a world where urban

areas are expanding. Considering that fungi provide various important ecosystem services for humans, it is crucial to take them into consideration.

7. Bibliografia

Adesper (s. d.). 2. Reproducción y ciclo biológico de los hongos. *Biodiversidad Fúngica*. Recuperat el 26-05-2023 de: <http://www.adesper.com/projects/biodiversidadfungica/02.ciclo.php>

Bissanti, G. (2022). *Marasmius oreades*: Sistemática, Etimología, Hábitat, Descripción. Un Mondo Ecosostenibile. <https://antropocene.it/es/2022/11/27/marasmius-oreades-3/>

Calcáneo, M. G. I. & de la Cueva, B. L. (2021). Reino Fungi. En Características generales de los dominios y los reinos. Portal Acadèmic del CCH, UNAM. Recuperat el 26-05-2023 de: <https://portalacademico.cch.unam.mx/biologia2/caracteristicas-generales-dominios-y-reinos/reino-fungi>

Climatología y setas: Todo lo que debes saber. (2018, octubre 17). Tiempo.com | *Meteored*. <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/climatologia-y-setas.html>

Díaz, J., & Rigueiro, A. (2020). Catálogo da macromicobiota das montañas do Courel (Galicia, NO España). IBADER. *Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela, Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, Galicia*.

Flora Micológica de Andalucía. (2018). *Conserjería de Medioambiente y Ordenación del Territorio*.

Foster, M. S., & Bills, G. F. (2011). Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. *Elsevier*. <https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=Tr9joZRnZlsc&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+Importance+of+Fungal+Inventories:+An+Overview+of+Techniques+and+Approaches+-&ots=ukYXjeCpbT&sig=DgVa8PZ12vUDsdo1F324zDG57fk#v=onepage&q&f=false>

Fungus—Saprobic Fungi, Organic Material, Temperature Factor, and Spore Germination. (s.d.). *Britannica*. Recuperat el 29-05-2023 de <https://www.britannica.com/science/fungus/Ecology-of-fungi>

Ganoderma lucidum. (s. d.). *Fichas Micológicas*. Recuperat el 28-05-2023 de <https://www.fichasmicologicas.com/?micos=1&alf=G&art=77>

Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited* *Paper presented at the Asian Mycological Congress 2000 (AMC 2000), incorporating the 2nd Asia-Pacific Mycological Congress on Biodiversity and Biotechnology, and held at the University of Hong Kong on 9-13 July 2000. *Mycological Research*, 105(12), 1422-1432. <https://doi.org/10.1017/S0953756201004725>

- Hawksworth, D. L. & Lüking, R. (2017, juliol 28). Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. 5(4). <https://journals.asm.org/doi/10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016>
- Heredia-Abarca G. (2020). La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. *Bioagrociencias* 13(2), 98-108.
- Honrubia, M., Zamora, M., Gutiérrez, A., & Morte, A. (2018) Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente. Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente (OISMA).
- ICGC (s. d.). *Vissir*. [Visor de consulta de geoinformació de l'ICGC]. <http://www.icc.cat/vissir3/>
- Ihrmark, K., Bödeker, I. T. M., Cruz-Martinez, K., Friberg, H., Kubartova, A., Schenck, J., Strid, Y., Stenlid, J., Brandström-Durling, M., Clemmensen, K. E., & Lindahl, B. D. (2012). New primers to amplify the fungal ITS2 region—Evaluation by 454-sequencing of artificial and natural communities. *FEMS Microbiology Ecology*, 82(3), 666-677. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2012.01437.x>
- Kuo, M. (2004, Desembre). *Scleroderma areolatum*. *MushroomExpert.Com*. Recuperat el 28-05-2023 de: http://www.mushroomexpert.com/scleroderma_areolatum.html
- Kuo, M. (2018, Desembre). *Volvopluteus gloiocephalus*. *MushroomExpert.com*. Recuperat el 29-05-2023 de: http://www.mushroomexpert.com/volvopluteus_gloiocephalus.html
- Lecciones Hipertextuales de Botánica (s.d.). Recuperat el 24-05-2023 de: <https://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/hongos2.htm>
- Marciniak, R. (2021, 8 març). (Des)igualtat de les dones en la ciència-aula d'economia i empresa. Recuperat el 10-05-2023 de: <https://blocs.umanresa.cat/empresafub/articulos-dopinio/desigualtat-de-les-dones-en-la-ciencia/>
- Martín, M. (2020). *Diputación de Zamora*.
- Martínez, J. J. M. i, & Vidal, J. L. i. (2015). Contribució a l'estudi dels fongs de Sant Joan de l'Erm i la Vall de Santa Magdalena (IV). *Revista Catalana de Micologia*, 33-40. <https://raco.cat/index.php/Micologia/article/view/379933/473189>
- Meteorología, A. E. de. (s. d. a). Girona Aeropuerto: Girona Aeropuerto - *Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España*. Recuperat el 20-05-2023, de: <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>
- Meteorología, A. E. de. (s. d. b). Anàlisi estacional: Girona Aeropuerto - Tardor 2022 - Precipitació - *Agència Estatal de Meteorologia - AEMET. Govern d'Espanya*. Recuperat 1 juny 2023, de https://www.aemet.es/ca/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/analisis_estacional?w=2&l=0367&datos=prec

- Meteorología, A. E. de. (s. d. c). Anàlisi estacional: Girona Aeropuerto - Primavera 2023 - Precipitació - *Agència Estatal de Meteorologia - AEMET. Govern d'Espanya*. Recuperat 20-05-2023, de https://www.aemet.es/ca/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/analisis_estacional?w=4&l=0367&datos=prec
- Meraz, M. de J. M., Hernández, F. J., Rivas, S. C., & Luna, J. A. N. (2017, 12 febrer). Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(40), 57-68. <https://www.redalyc.org/journal/634/63454557005/html/#B21>
- MICOEX. (s. d.). *Ganoderma applanatum* | SOCIEDAD MICOLÓGICA EXTREMEÑA. Recuperat el 28-05-2023 de <https://micoex.org/2016/09/17/ganoderma-applanatum/>
- Microsoft Excel (2204) [Microsoft Office] (2016). <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel>
- Molina, F., & Farinós, M. (s. d.). Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. *Universidad Politécnica de Valencia*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1>
- Moore, D., Robson, G., & Trinci, A. (2020). 21st Century Guidebook to Fungi (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108776387
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales & Tesis SEA*. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Naturalsom (s. d.). Un bloc de ciències naturals per la secundària. Recuperat el 26-05-2023 de: <https://blocs.xtec.cat/naturalsom/1r-eso/el-regne-fongs/>
- Parasola plicatilis*, Pleated Inkcap mushroom. (s. d.). *First Nature*. Recuperat el 28-05-2023, de: <https://www.first-nature.com/fungi/parasola-plicatilis.php>
- Pérez-De-Gregorio, M. À., Roqué, C., & Torrent, À. (2020). Estudi de la micoflora dels parcs periurbans de la ciutat d'Olot: Parc Nou, la Moixina i la Deu. Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa, SIGMA; Ajuntament d'Olot; Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. <https://doi.org/10.2436/10.8080.03.2>
- Pérez Porto, J. & Merino, M. (2018, 12 abril). Hifas - Qué es, clasificación, definición y concepto. Recuperat el 24-05-2023 de: <https://definicion.de/hifas/>
- Popoff, O. (s. d.). Reino Fungi: Clasificación. *Hipertextos del Área de la Biología*. Recuperat el 20-05-2023 de: <http://www.biologia.edu.ar/fungi/fungiclas.htm>

- Pontón, J. (2008). La pared celular de los hongos y el mecanismo de acción de la anidulafungina. *Revista Iberoamericana de Micología*, 25(2), 78-82. <http://www.reviberoammicol.com/2008-25/078082.pdf>
- Pyron, M. (2010) Characterizing Communities. *Nature Education Knowledge* 3(10):3. Recuperat el 27-05-2023 de: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/characterizing-communities-13241173/>
- ¿Qué es la ecología? (s. d.). *Khan Academy*. Recuperat el 28-05-2023 de https://es.khanacademy.org/_render
- Quistán, H. (2014, 25 novembre). Morfología de hongos. *Blogger*. Recuperat el 25-05-2023 de: [Microbiología: Morfología de Hongos \(microbiologia3bequipo5.blogspot.com\)](http://Microbiología: Morfología de Hongos (microbiologia3bequipo5.blogspot.com))
- Rojas Cortorreal, G. M., Roset Calzada, J., & Navés Viñas, F. (2015). La vegetación en el confort micro climático: Comparación de especies del clima mediterráneo de Barcelona, España. *ACE: Architecture, City and Environment*, 10(29), 59-84. <https://doi.org/10.5821/ace.10.29.3589>
- Rothschuh, U. (2022, 6 juliol). Basidiomicetos: características, partes y ejemplos. *Ecologia verde*. Recuperat el 25-05-2023 de: <https://www.ecologiaverde.com/basidiomicetos-caracteristicas-partes-y-ejemplos-3985.html>
- Scleroderma areolatum*, *Leopard Earthball fungus*. (s. d.). *First Nature*. Recuperat el 28-05-2023 de: <https://www.first-nature.com/fungi/scleroderma-areolatum.php>
- TMLOSA. (2021, desembre 30). *Pisolithus arhizus*. *Centro de Estudios Micológicos T. Mariano Losa de Miranda de Ebro*. <https://web.micolosa.net/pisolithus-arhizus/>
- Webster, J. & Weber, R. (2007). Introduction to Fungi. Recuperat el 26-05-2023 de: https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=SApIn7IE nucC&oi=fnd&pg=PT11&dq=fungi&ots=Co ytlq5mKv&sig=F3_6R9X0dy1G3KYru3GjKeRMZq4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Xerocomus ferrugineus*. (s. d.). *Errotari*. Recuperat el 28-05-2023 de <http://www.errotari.com/Micologia/especie.php?1235>