

FOGO E MACROFUNGO: UM ESTUDO CIENCIOMÉTRICO

Geovana Oliveira da Silva ¹
Viviane Maria Guedes Layme ²

RESUMO - Os macrofungos são espécies que formam estruturas macroscópicas visíveis produtoras de esporos, com riqueza que ultrapassa mais de cem mil espécies. Essas espécies cumprem importantes funções ecológicas nos ecossistemas ocorrendo em vários habitats, incluindo áreas queimadas. Eventos de fogo ocorrem há milhares de anos. Entretanto, esses eventos têm sido cada vez mais frequentes e intensos e com previsão de serem ainda mais drásticos. Isso torna imprescindível a existência de estudos sobre os inevitáveis impactos do fogo em diferentes assembleias de organismos. Assim, os objetivos deste trabalho foram quantificar o número de estudos existentes acerca do efeito das queimadas em macrofungos, determinar quais regiões detêm maior concentração desses estudos e descrever a variação temporal dos trabalhos. O trabalho foi feito utilizando duas combinações de palavras-chaves nas bases de dados Scopus e Web of Science. Nossa busca resultou em 118 artigos no WOS e 26 no Scopus para a análise cientométrica publicados entre 1984 e 2023. Foi observado um aumento no número de artigos a partir de 2010. Porém, os resultados demonstram que no geral há poucas pesquisas sobre o efeito do fogo no grupo. Além disso, os estudos existentes se concentram no Hemisfério Norte, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. A Austrália foi o único país com boa produção científica na área que representa a região tropical. O presente trabalho expõe lacunas de conhecimento no entendimento do efeito do fogo em macrofungos e o conhecimento incompleto acerca da diversidade desse grupo, em especial na região tropical incluindo o Brasil.

Palavras-chave: incêndios, redes de colaboração internacional, fungo, lacuna de conhecimento.

FIRE AND MACROFUNGI: SCIENTOMETRIC STUDY

ABSTRACT - Macrofungi are species that form macroscopic reproductive structures that produce spores, the richness of macrofungi species can reach 100000. These species play important roles in the ecosystems occurring in several habitats, including burned areas. Fire events occur for billions of years on earth, however the events have been more often and intense which in future prediction will be even worse, which makes the studies of the impacts in the organisms vitally important. Thereby the objectives of this study were to quantify the number of studies about the effects of fire in macrofungi; define which regions detain most of the articles; describe the temporal variation. For this study two keyword combinations were used on the Scopus and Web of Science databases. We obtained 118 from WOS and 26 from Scopus published between 1984 and 2023. The results show that in general there are few publications in this field, furthermore the studies are concentrated in the North Hemisphere, especially The United States and Europe. Australia was the only country with a good scientific production that represented the tropical region. The present study exposes gap of knowledge in the effect of fire in these groups and the incomplete knowledge of the macrofungi diversity in the tropical regions.

Keyword: wildfires; international network; fungi; lacuna of knowledge.

¹ Bacharelanda em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Cuiabá. Gioverapb045@outlook.com

² Professora Doutora. Departamento de Botânica e Ecologia. Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Cuiabá. vlayme@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os fungos formam um grupo diverso com estimativa de mais de 3 milhões de espécies (HAWKSWORTH e LUCKING, 2017). Esses organismos são heterotróficos multicelulares (com exceção das leveduras) amplamente distribuídos nos ecossistemas (MEDEIROS; MENDES; LUCENA, 2015; ALEXOPOULOS; MOORE; AHMADJAM, 2023). As funções ecológicas exercidas são diversas, envolvendo ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria morta, sucessão ecológica e colonização, formações simbióticas e fonte de alimento para outros organismos (FOGEL e TRAPPE, 1978; DIX e WEBSTER, 1995; MCMULLAN-FISHER et al., 2011; NARANJO-ORTIZ e GABALDON, 2019).

Dentro da diversidade de fungos, os chamados macrofungos são espécies que pertencem aos filos Ascomycota e Basidiomycota. Os macromycetos formam estruturas visíveis a olho nu produtoras de esporos, conhecidas como ascomas ou basidiomas (LODGE et al., 2004). Esse grupo é considerado variado tanto em formas quanto em número de espécies que pode ultrapassar 100000 (MUELLER et al., 2007). A diversidade desse grupo parafilético envolve, além de riqueza, a abundância, diversidade genética e variedade de nichos que são ocupados nos ecossistemas, abarcando ambientes aquáticos, terrestres e até ambientes perturbados por eventos de queima (SUZUKI, 2002; MEENA; SIVAKUMAR; PRANEETHA, 2020).

Eventos de fogo estão presentes em vários ecossistemas e ocorrem a milhares de anos no planeta (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005; PAUSAS e KEELEY, 2009). No entanto, esse fenômeno, que tem causa natural ou por ação antrópica em grande parte dos casos, tem sido cada vez mais frequente e intenso causando graves incêndios que em previsões futuras serão ainda mais drásticos (BALCH; BRADLEY; ABATZOGLOU, 2017; WU et al., 2021; KOLANEK; SZYMANOWSKI; RACZYK, 2021; SARI, 2023). Os efeitos desse fenômeno podem causar danos a diferentes táxons e a paisagem como um todo (JUDSON, 2017).

De acordo com Filialuna e Cripps (2021), macrofungos observados em locais pós-queima podem ajudar na autore restauração de áreas queimadas e no processo de sucessão e rebrota de plantas (CLARIDGE; TRAPPE; HANSEN, 2009). Em vista da diversidade de fungos existentes e sua importância ecológica para os ecossistemas, da crescente ocorrência de incêndios, é imprescindível entender quais os efeitos de perturbações sobre o grupo e qual o nível atual do conhecimento sobre essa temática. Neste trabalho, buscamos medir o quanto de informação sistematizada existe a respeito do efeito do fogo em assembleias de macrofungos através de um estudo cienciométrico que visa quantificar o quanto de informação sistematizada existe acerca de determinada temática utilizando bases de dados disponíveis. Dessa forma, os nossos objetivos gerais são: quantificar o número de estudos existentes acerca do efeito das queimadas em macrofungos; descrever a variação temporal dos trabalhos; determinar qual região detêm maior concentração das pesquisas. Os objetivos específicos incluem: determinar quais autores mais se destacam nas publicações em número de artigos; mapear quais são as palavras-chave mais frequentes; determinar quais são as revistas mais representativas no campo de pesquisa estudado.

MATERIAIS E MÉTODOS

As plataformas de base de dados científica escolhidas foram Web of Science (WOS) e Scopus. As palavras-chave escolhidas foram diferentes para as bases, uma vez que a escolha de um conjunto de palavras foi muito restrita para uma das bases e vice-versa. Em linhas gerais utilizamos vários termos relacionados aos macrofungos em diferentes níveis taxonômicos de

filo a ordem ou gênero. Vários sinônimos de termos relacionados a queimadas e incêndios também foram utilizados nessa primeira busca e não restringimos nossa busca a períodos, locais ou tipos de vegetação específicos. No entanto, filtramos o tipo de documento e categorias de conhecimento. Desta forma, tentamos manter esse levantamento inicial o mais amplo possível. Abaixo estão detalhados os termos, critérios e a sintaxe utilizados em cada uma das plataformas.

Para WOS:(ALL=((pyrophilous fungi) AND (macrofung*) OR (morchella) OR (geopyxis) OR (pyronema) OR (burn fungi)AND (fire) OR (wildfire) AND (savannah))) AND (DT==("ARTICLE" OR "REVIEW" OR "EARLY ACCESS")) and Mycology or Plant Sciences or Ecology or Forestry or Environmental Sciences or Soil Science or Environmental Studies or Biodiversity Conservation or Multidisciplinary Sciences or Evolutionary Biology or Biology (Web of Science Categories). Em que ALL = todos os campos e DT = tipo de documento.

Para o Scopus: (TITLE-ABS-KEY ("pyrophilous fungi" OR "burn fungi" OR pezizales OR agaricales OR polyporales OR ascomycota OR basidiomycota) AND ALL (fire OR wildfire OR "burning place" OR "prescribed burn") AND ALL (savanna* OR shrub OR australia OR africa* OR cerrado)) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "ener") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "busi") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "arts") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "math") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "nurs") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "vete") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "econ") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "neur") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "engi") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "phys") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "comp") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "ceng") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "soci") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "phar") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "chem") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "medi") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "immu")). Em que Title-Abs-Key = busca feita nos campos do título, resumo e palavras-chave

Na segunda etapa, selecionamos os manuscritos que se referiam ao tópico de interesse: o efeito do fogo em espécies de macrofungos direta ou indiretamente. Fizemos isso através da observação direta do título, do resumo e/ou do manuscrito em si. Quanto às espécies, foram excluídos trabalhos com apenas fungos micorrízicos arbusculares e/ou fungos anamórficos. Dessa forma, escolhemos as espécies de macromycetos pertencentes à Basidiomycota e Ascomycota. Os trabalhos que trouxeram o efeito do fogo em todos os grupos citados também foram selecionados.

A lista final de artigos selecionados foi exportada em formato BibTex direto das bases de dados. Ao serem importadas no programa R (R CORE TEAM, 2021), as duas listas foram convertidas em um dataframe com variáveis que correspondem aos campos da lista original. Dezoito trabalhos foram removidos dos dados pela função mergeDbSources por se tratar de documentos duplicados. Para esquematizar as redes de colaborações a linha 24 nomeada como "HUGHES KW, 2020, MYCOLOGIA" do dataframe foi excluída. Toda a análise bibliométrica foi feita utilizando o pacote Bibliometrix (CUCCURULLO, 2017). A criação dos gráficos foi feita com o uso do pacote ggplot2 (WICKHAM, 2016).

Adicionalmente criamos uma tabela com as coordenadas geográficas das áreas de estudo de cada trabalho. A coordenada exata foi obtida apenas dos artigos que informaram a localização do estudo, aos trabalhos em houveram mais de cinco pontos amostrais foram escolhidos o ponto com distância média entre todas as unidades amostrais. Para os trabalhos que não forneceram as coordenadas, estas foram obtidas a partir de uma busca no Google com o nome da localidade ou região fornecida. Localizações fornecidas em coordenadas planas (UTM) foram convertidas para Graus-min-seg pela ferramenta online SpeciesLink conversor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca inicial no WOS retornou 700 publicações e no Scopus 378 publicações. No entanto, apenas 144 trabalhos (Scopus = 26; WOS = 118) contemplaram o efeito do fogo em macrofungos, dos quais 18 trabalhos apareceram em ambas bases de dados, totalizando 126 estudos (anexo 1). O intervalo de tempo das publicações é de 1984 a 2023. A figura 1 mostra a quantidade de artigos ao longo dos anos, onde é possível perceber que houve aumento das publicações relacionadas à temática, com taxa de crescimento de 6,34% por ano. Essa quantificação mostra-se importante para medir a atividade científica ao longo dos anos (VERBEECK et al., 2002), pois indica um pequeno aumento da década de 1990-2000, porém foi apenas a partir de 2010 que houve uma ascensão quase contínua com o média anual de artigos duas ou três vezes maiores que nas três décadas anteriores.

O aumento nas publicações pode ter sido potencializado pelo o aumento na frequência de incêndios em várias localidades do planeta que acaba permitindo observar respostas de assembleias de organismos (TYUKAVINA et al., 2022; ESA, 2023). Deve-se lembrar que além de incêndios naturais, técnicas de manejo de fogo prescrito e controlado também fazem parte dos trabalhos de pesquisa encontrados. Adicionalmente o avanço da ciência no estudo da micologia com o uso de novas técnicas oportunizadas pelo sequenciamento da nova geração (NGS) e do sequenciamento ambiental barcoding (eDNA) permitiram identificar espécies de forma mais precisa, rápida e barata (HAJIBABAEI et al., 2007; VOELKERDING; DAMES; DURTSCHI, 2009; NUNEZ et al., 2021). A importância e reconhecimento do uso de barcoding eDNA e NGS é refletida no número de artigos identificados no presente estudo que utilizam barcoding e técnicas NGS. Para se ter uma ideia cerca de 22 artigos selecionados, publicados a partir de 2010, utilizaram a tecnologia Illumina, a mais popular da NGS (SLATKO; GARDNER; AUSUBEL, 2018).

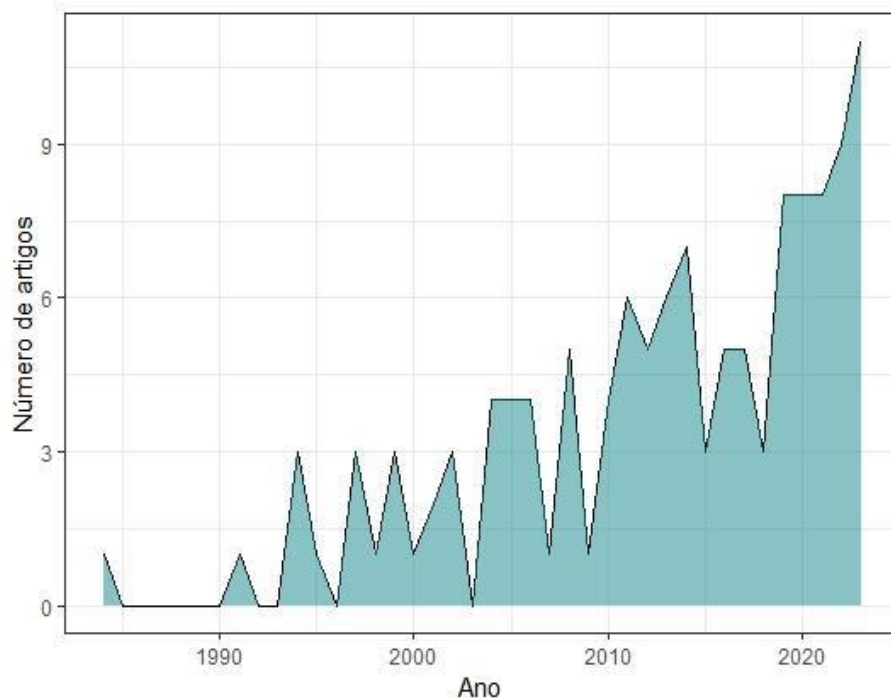


FIGURA 3. Variação temporal no número de artigos publicados sobre Macrofungos e fogo ao longo dos anos de 1984 – 2023.

MacCarthy et al (2023) mostram a piora nos incêndios florestais ao longo dos últimos 20 anos. Esses incêndios estão sendo mais graves nas florestas boreais devido às altas temperaturas no norte do globo. Senande-Rivera, Insua-Costa e Miguez-Macho (2022) apresentam as atuais regiões suscetíveis ao fogo e projetam o aumento dessas áreas em escala global (Figura 2a, b). Comparando o aumento das queimadas com as áreas de estudo das publicações selecionadas (Figura 3) podemos perceber uma sobreposição parcial entre estas. No entanto, é importante salientar a falta de estudos em regiões propensas ao fogo, como é o caso de vegetações do Cerrado brasileiro, região central da África e o norte da Austrália.

Em número de trabalhos publicados, Estados Unidos alcança o primeiro lugar (41), seguido pela Espanha (15) e Austrália (11) (Figura 4). De fato, Estados Unidos vem apresentando aumento na frequência e intensidade de incêndios a partir de 2004 (IGLESIAS; BALCH; TRAVIS, 2022). A Espanha, localizada na região mediterrânea, é um dos países que mais sofre com incêndios todos os anos (WWF, 2019). Não é surpresa a Austrália se mostrar presente neste estudo já que o país possui ecossistemas propensos ao fogo, além disso, a maior concentração de estudos envolvendo fungos e fogo estão nas regiões sudoeste e sudeste da Austrália, o que explica a concentração de pontos de estudo da Figura 3 no país (MCMULLAN-FISHER et al., 2011). Em termos de presença de fungos, a maior quantidade de registros segue o resultado acima. Com base no Global Fungi Database (VĚTROVSKÝ et al., 2020), que utiliza 57184 amostragens dentro de 515 estudos, as regiões que mais concentram registros de fungos são a América do Norte, majoritariamente os Estados Unidos, a região mediterrânea, o que inclui Espanha, no norte da Europa, Finlândia, Suécia, a China e a Austrália. A razão para a existência dos inúmeros registros nesses locais pode ser dada por fatores como a cultura, economia e histórico de estudo. A China, por exemplo, tem feito o uso de macrofungos há milênios e é um dos maiores produtores de macrofungos no mundo (CHANG e WASSER, 2012; LU et al., 2020).

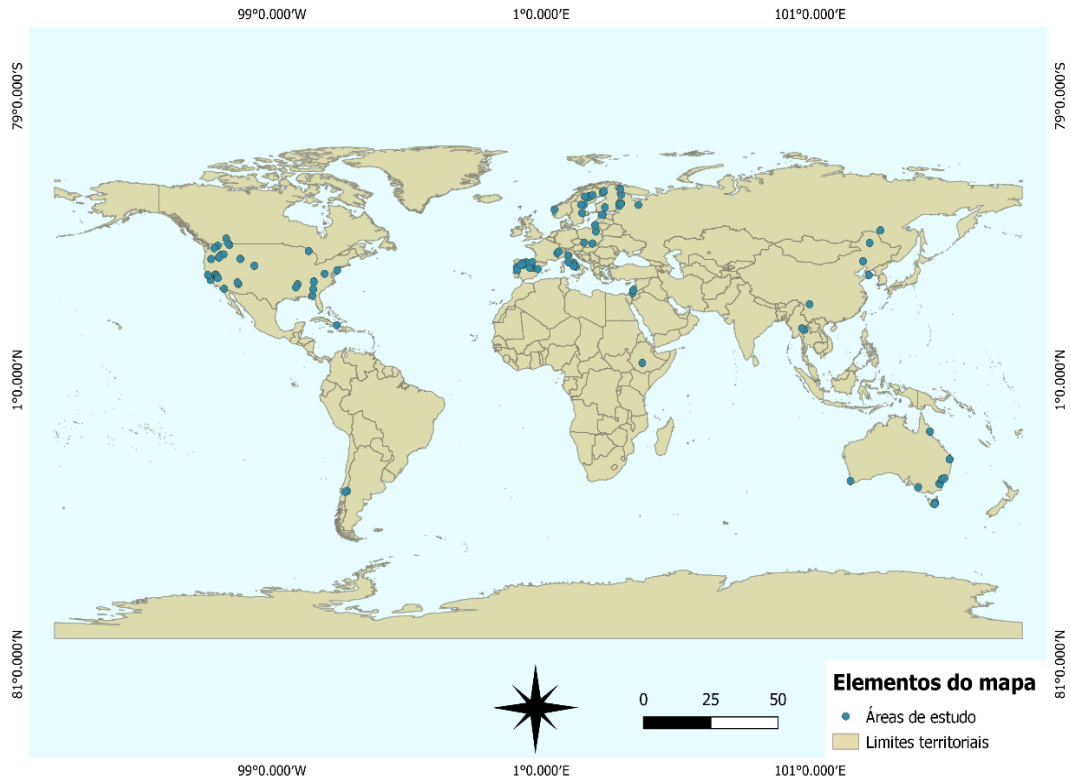


FIGURA 4. Localização das áreas de estudo dos 126 artigos selecionados

Além de ser o país que mais publica na área, os Estados Unidos dominam o número de citações e, em paridade com a Espanha, com maior número de trabalhos com colaboração internacional (Tabela 1, Figura 3). De acordo com o gráfico de rede de colaboração é possível notar uma fraca interação entre os países em relação aos trabalhos científicos, sendo os Estados Unidos líder dessa rede (Figura 4). Curiosamente, apenas a Austrália representa a região tropical e faz parte da rede colaborativa neste estudo.

A região tropical concentra vários hotspots da biodiversidade (MYERS et al., 2000), porém, no caso dos fungos, Větrovský et al. (2019) indicam maior diversidade em regiões de alta latitude. Em contrapartida, os fungos são um grupo megadiverso em que apenas 150000 espécies foram descritas, sendo que as estimativas ultrapassam três milhões (HYDE, 2022), Stork e Habel (2014) complementam que essa lacuna lineana impacta negativamente na produção de análises de conservação resultando na marginalização do grupo para inúmeras áreas e na falsa afirmação de que a diversidade de fungos seja baixa na região tropical.

TABELA 4. Países que detêm maior impacto em número de citações.

País	Total de citações
Estados Unidos	1518
Suécia	437
Austrália	411
Espanha	395
Holanda	257
Reino Unido	210
Finlândia	184
Canadá	98
Portugal	68
Suíça	47

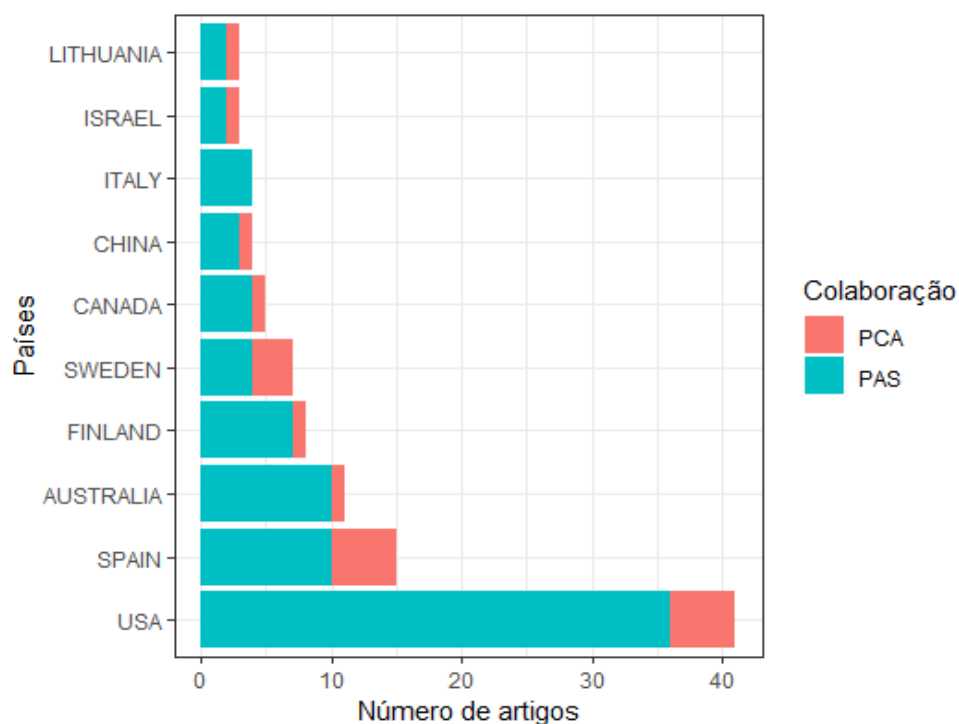


FIGURA 5. Variação no número de artigos publicados por país com colaboração internacional (PCA) e sem colaboração internacional (PAS) em rosa e azul, respectivamente.



FIGURA 6. Rede de colaboração entre os países de acordo com os 126 artigos analisados, onde o tamanho do círculo indica, em número de artigos, o quanto o país possui de coautorias internacionais. As linhas indicam a colaboração entre dois países.

No total 432 pesquisadores fizeram parte das publicações selecionadas, nas quais cada autor produziu 0,292 documentos. Foi contabilizado 578 aparições de autores em todos os trabalhos, destacando que alguns autores estiveram envolvidos em mais de um trabalho. Cinco documentos são de autoria única, produzidos por apenas quatro pesquisadores. Aproximadamente 23% dos documentos são resultado de coautorias internacionais. A figura 5 mostra os autores mais produtivos, onde a linha vermelha indica a linha do tempo de produção. Thomas D Bruns é o autor com o maior período de produção científica na área, contribuindo com 10 artigos. Todavia, não houve assiduidade por parte do autor, por mais que o período de contribuições científicas seja o maior, Thomas D Bruns passou um longo período sem publicar, situação contrária aos dos autores Sydney I Glassman e Kaisa Junninen, por exemplo, com período curto na área, porém com regularidade nos estudos. Os pontos em azul em diferentes tamanhos correspondem ao número de trabalhos publicados, já a intensidade da coloração indica o total de citações por ano, dessa maneira, os pontos com maior tamanho de cor azul escuro representam cinco publicações nas quais foram muito citadas. A linha do tempo dos autores mostra que é a partir de 2009-2010 que mais trabalhos foram e estão sendo produzidos, fato já evidenciado pela figura 1. Ao comparar o rank dos autores mais produtivos com o rank dos manuscritos mais citados, apenas Sydney I Glassman e Thomas R Horton aparecem nas duas análises (Tabela 2). Jacqueline Baar, em 1999 publicou o artigo com maior número de citações.

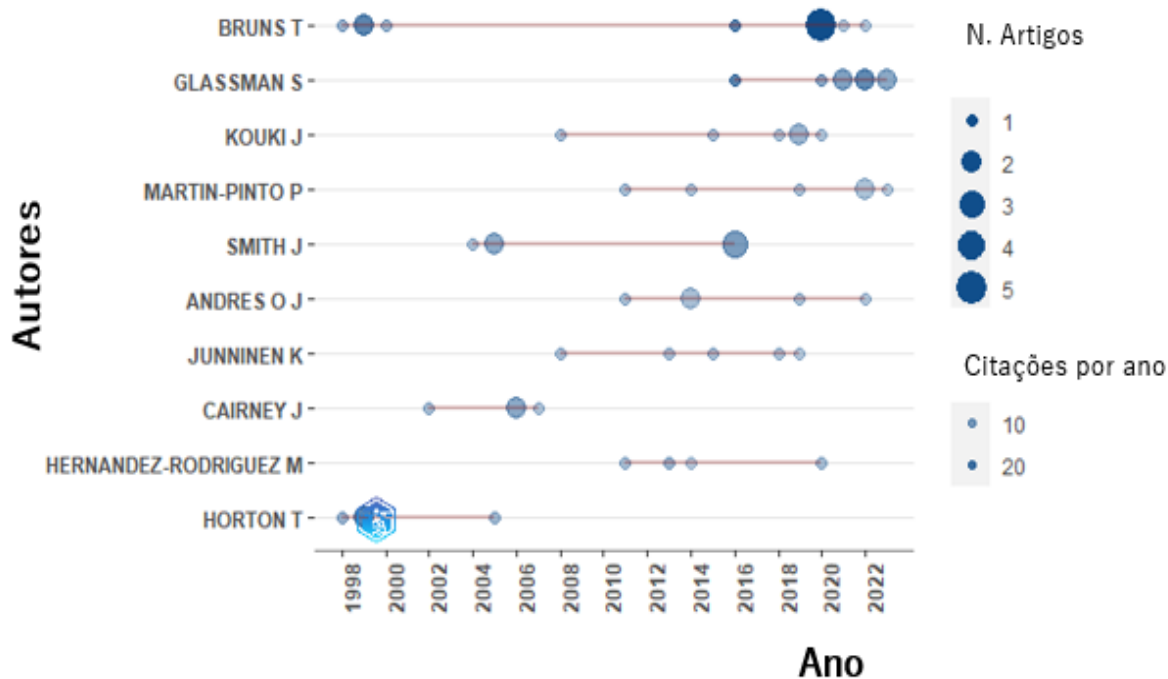


FIGURA 7. Variação temporal no número de artigos e número de citações por ano dos dez autores mais produtivos.

TABELA 5. Variação do número de citações, total e anual dos dez manuscritos mais citados.

Manuscrito	Revista	DOI	Número de citações	Citações por ano
BAAR J, 1999	NEW PHYTOL	10.1046/j.1469-8137.1999.00452.x	257	10,28
JONSSON L, 1999	MOL ECOL	10.1046/j.1365-294x.1999.00553.x	174	6,96
HORTON TR, 1998	MYCORRHIZA	10.1007/s005720050205	142	5,46
HOLDEN SR, 2013	ECOSYSTEMS	10.1007/s10021-012-9594-3	135	1,27
STENDELL ER, 1999	MYCOL RES	10.1017/S0953756299008618	132	5,28
GLASSMAN SI, 2016	ISME JOURNAL	10.1038/ismej.2015.182	127	15,88
GROGAN P, 2000	ECOL	10.1046/j.1365-2745.2000.00511.x	111	4,62
DAHLBERG A, 2001	BIOL CONSERV	10.1016/S0006-3207(00)00230-5	91	3,96
DAHLBERG A, 2002	SILVA FEEN	10.14214/sf.551	90	4,09
MILLER SL, 1994	MYCOLOGIA	10.2307/3760722	84	2,8

As palavras-chave determinadas pelos autores (DE) somam 445, enquanto 664 palavras-chave foram geradas automaticamente a partir dos títulos (ID). As palavras-chave DE mais relevantes foram “fogo” em primeiro lugar usada em 28 artigos, seguido por “fungi” e “fungo ectomicorrízico”. Já as palavras-chaves plus ou ID foram “fungi” em primeiro lugar presente em 39 artigos, seguida por “incêndio” e “fogo” (Tabela 3). A figura 6 representa esquematicamente a frequência em que essas palavras foram trazidas e a coocorrência destas. O tamanho do círculo é proporcional ao número de artigos em que a palavra ocorre e a espessura da linha ilustra a co-ocorrência de palavras nos mesmos artigos. Esse esquema é extremamente importante para designar qual conjunto de palavras compõe e mapeia a estrutura do conhecimento em determinado campo de pesquisa com base no período selecionado (DERVIŞ, 2019).

TABELA 6. Palavras-chave mais frequentemente citadas nos estudos.

DE	Número de artigos	ID	Número de artigos
Fogo	28	fungi	39
fungi	15	incêndio	35
fungo	13	fogo	34
ectomicorrízico			
incêndio	11	diversidade	30
queima	10	solo	30
prescrita			
ectomicorriza	8	biodiversidade	25
sucessão	8	fungo	24
		ectomicorrízico	
perturbação	7	floresta	22
ecologia do	7	fogos	21
fogo			
floresta boreal	6	fungo	20
floresta	6	riqueza de	20
		espécies	
fogo em	6	basidiomycota	15
floresta			
<i>Morchella</i>	6	ecossistema	14
diversidade	5	colonização	13
cogumelos	5	ecologia	13
Ponderosa	5	plântulas	13
Pine			
diversidade de	4	sucessão	13
fungos			
llumina miseq	4	identificação	12
fungos	4	Austrália	11
pirófilos			
restauração	4	Estrutura da	11
		comunidade	

DE = palavras-chave fornecidas pelos autores; ID = palavras-chave geradas automaticamente

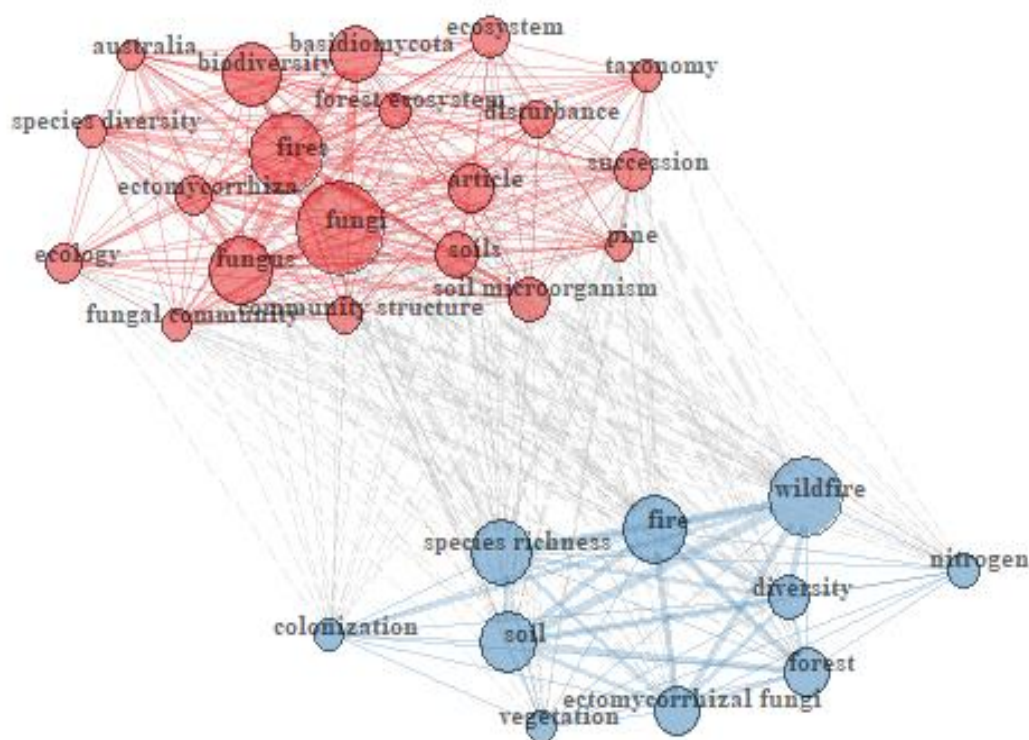


FIGURA 8. Variação na frequência e co-ocorrência das palavras-chave utilizadas nos artigos sobre o efeito do fogo em macrofungos. O tamanho dos círculos está relacionado a frequência de ocorrência da palavra-chave, enquanto que as linhas indicam o n o número de vezes no qual duas palavras foram utilizadas simultaneamente num mesmo artigo.

As 126 publicações analisadas foram publicadas em 54 fontes, sendo estas representadas por jornais, revistas, livros e outros. As dez revistas preferidas para este estudo captaram juntas 58.7% dos trabalhos. A revista *Forest Ecology and Management* aparece em primeiro lugar com mais de um quinto das publicações (Figura 7). No entanto, não possui nenhum dos dez artigos mais citados. Grande parte dos estudos selecionados trabalham justamente com o impacto de perturbações em fungos e também nas funções ecológicas empenhadas por eles, o que se enquadra no foco da revista em trabalhos que envolvam os campos da ecologia e gestão florestal para a conservação.

Mais da metade dos estudos foi publicada em apenas dez periódicos (Figura 7), os manuscritos mais citados não foram publicados por todas essas revistas. A razão por trás disso pode estar atrelada ao impacto e reconhecimento da revista em determinado campo científico, como é o caso da *New Phytologist* (SHARMA et al., 2014). Os cinco artigos com o maior número citações geral ou maior média de citações por ano (tabela 3) estão nas revistas com o maior índice de impacto (tabela 4). Embora, periódicos como o *Forest Ecology and Management* e *Mycorrhiza* não tenham um fator de impacto (IF) equivalente ao da *New Phytologist* ou *Molecular Ecology*, porém não deixam de ser importantes, já que publicam artigos com estudos mais específicos sobre o grupo ou que podem servir de subsídio para o manejo mais adequado das espécies. (*Forest Ecology and Management* = <https://www.sciencedirect.com/journal/forest-ecology-and-management>; *Mycorrhiza* = <https://www.springer.com/journal/572>).

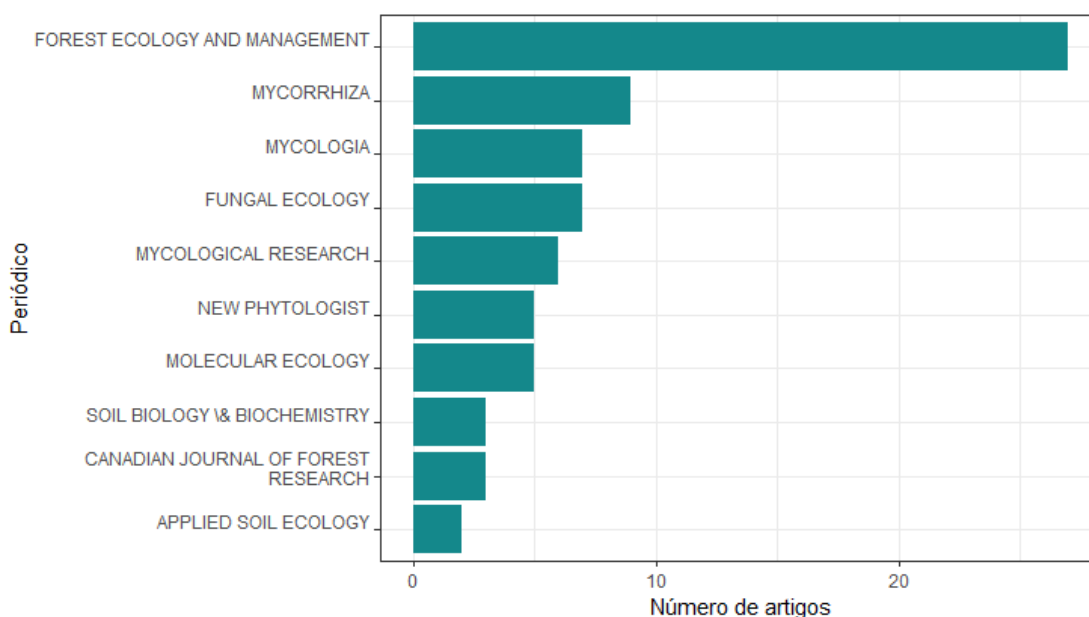


FIGURA 9. Periódicos que mais publicaram trabalhos relacionados ao efeito do fogo em macrofungos.

TABELA 7. Fator de impacto (IF) dos periódicos mais produtivos e dos periódicos com artigos mais citados e correspondente proporção de artigos. Em negrito estão as revistas nos dois ranqueamentos.

Periódicos	Fator de impacto	Proporção de artigos
ISME JOURNAL b	11,21	0,79
New Phytologist	10,32	3,96
Soil Biology & Biochemistry	9,7	2,38
Molecular Ecology	6,62	3,96
Biological Conservation	5,9	0,79
Applied Soil Ecology	5,5	1,58
Ecology	4,7	0,79
Forest Ecology and Management	4,38	21,42
Ecosystems	4,34	0,79
Fungal Ecology	4,2	5,5
Mycorrhiza	3,9	7,14
Mycological Research	2,8	4,76
Mycologia	2,8	5,5
Canadian Journal of Forest Research	2,33	2,38
Silva Fennica	1,62	0,79

É esperado que regiões que queimam mais tenham mais estudos acerca da ecologia do fogo e seus efeitos em diferentes táxons e no ambiente. Todavia, é preciso refletir sobre outras regiões que também possuem um histórico de fogo bem característico e apresentam agravamentos desses eventos nos últimos anos ou tendências de aumento que não são bem representadas por estudos científicos com o tema proposto, como é o caso do Brasil. Apesar dessa pouca representatividade, o Brasil além de possuir ecossistemas dependentes do fogo também já possui projetos de manejo integrado do fogo com finalidade de proteção e conservação (PIVELLO et al., 2021). A respeito dos estudos sobre a diversidade de fungos no país, de 2010 a 2015 houve um importante aumento do número de espécies registradas

totalizando 4622 de ascomicetos e basidiomicetos (MAIA et al., 2015). Esses fatores tornam o país uma potencial zona de estudos acerca do fogo e seu impacto em macrofungos e nos ecossistemas.

CONCLUSÕES

O trabalho aborda uma visão cienciométrica acerca do efeito fogo em macrofungos. Nós percebemos que o aumento nas pesquisas nesse campo começou a crescer a partir de 2010, com intenso uso de tecnologias de sequenciamento da nova geração (NGS) e barcoding. Nos anos seguintes a 2010 foram publicados estudos com maior regularidade entre os autores. Os Estados Unidos seguem à frente com mais trabalhos na área e também possui uma rede internacional colaborativa maior que outros países como a Espanha e a Austrália. A região tropical possui apenas a Austrália como país representante nesta pesquisa, excluindo países importantes que também possuem histórico com fogo e alta diversidade como o Brasil. Este estudo mostra a existência de lacunas do conhecimento do tipo lineana para a diversidade de fungos no mundo e também a regionalização das pesquisas científicas nos campos da ecologia do fogo e micologia. Com isso, fica evidente a necessidade de mais estudos nas regiões com grande potencial para compreensão de alterações nos ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MOORE, D.; D.; AHMADJIAN, V. "fungus". **Encyclopedia Britannica**, 27 Jun. 2023, <https://www.britannica.com/science/fungus>. Accessed 12 July 2023.
- Aria, M.; Cuccurullo, C. (2017), bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, **Journal of informetrics**, 11(4), 959-975, Elsevier.
- BALCH, J.K.; BRADLEY, B.A.; ABATZOGLOU, J.T. Human-started wildfires expand the fire niche across the United States. **PNAS**, v.114, n.11, p.2946-2951, 2017.
- CHANG, S. T.; WASSER, S. P. The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, 14(2), 95– 134, 2012.
- CLARIDGE, A.W.; TRAPPE, J.M.; HANSEN, K. Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire? **Forest Ecology and Management**, v.257, p. 1063–1069, 2009.
- COUNTING wildfires across the globe. **European Space Agency (ESA)**, 2023. Disponível em:https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3/Counting_wildfires_across_the_globe. Acesso em: 20 set 2023.
- DERVIS, H. Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. **Journal of Scientometric Res**, v.8, n.3, p.156-160, 2019.
- DIX, N.J.; WEBSTER, J. **Fungal ecology**. Reino Unido: Chapman & Hall, 1995.
- FILIALUNA, O.; CRIPPS, C. Evidence that pyrophilous fungi aggregate soil after forest fire. **Forest Ecology and Management**, Montana, v. 498, p. 1-8, 2021.
- FOGEL, R.; TRAPPE, J.M. Fungus Consumption (Mycophagy) by Small Animals. **Northwest Science**, v.2, n. 1, 1978.
- HAJIBABAEI, M.; SINGER, G.A.C.; HEBERT, P.D.N.; HICKEY, D.A. DNA barcoding: how it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics. **Trends in Genetics**, v.23, n.4, p.167-172, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2007.02.001>.
- HARDESTY, J.; MYERS, R. & FULKS, W. Fire, Ecosystems and People: A Preliminary Assessment of Fire as a Global Conservation Issue. **The George Wright Forum**, 22: 78-87, 2005.
- HAWKSWORTH, D.L.; LUCKING, R. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. **Microbiology Spectrum**, v.5, n.4, 2017.
- HYDE, K.D. The numbers of fungi. **Fungal Diversity**, 114:1, 2022. <https://doi.org/10.1007/s13225-022-00507-y>.
- IGLESIAS, V.; BALCH, J.K.; TRAVIS, W.R. U.S. fires became larger, more frequent, and more widespread in the 2000s. **Science Advances**, v.8, n.11, 2022.

- JUDSON, O.P. The energy expansions of evolution. **Nature Ecology & Ecology**, v.1, 2017.
- KOLANEK, A.; SZYMANOWSKI, M.; RACZYK, A. Human activity affects forest fires: the impact of anthropogenic factors on the density of forest fires in Poland. **Forests**, v.12, n.6: 728, 2021. <https://doi.org/10.3390/f12060728>
- LODGE, D.J. et al. Terrestrial and lignicolous macrofungi. In **Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods** (pp. 127-172). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-012509551-8/50011-8>.
- LU, H.; LOU, H.; HU, J.; LIU, Z.; CHEN, Q. Macrofungi: A review of cultivation strategies, bioactivity, and application of mushrooms. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 1541- 4337.12602, 2020. doi:10.1111/1541-4337.12602.
- MACCARTHY, J. et al. The Latest Data Confirms: Forest Fires Are Getting Worse. **World Resources Institute**, 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>. Acesso em: 02 set. 2023.
- MAIA, L.C. et al. Diversity of Brazilian fungi. **Rodriguésia**, v.66, n.4, p.1033-1045, 2015.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- MCMULLAN-FISHER, S.J.M. et al. Fungi and fire in Australian ecosystems: a review of current knowledge, management implications and future directions. **Australian Journal of Botany**, v.59, p.70-90, 2011.
- MEDEIROS, J.B.L.P.; MENDES, R.M.S.; LUCENA, E.M.P.; CHAVES, B.E. **Ciências biológicas: morfologia e taxonomia de criptógamas**. 2.ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.
- MEENA, B.; SIVAKUMAR, V.; PRANEETHA, S. Prospects of biodiversity and distribution of mushroom fungi in India. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v.13, n.1, p.78-85, 2020.
- MUELLER, G.M. et al. Global diversity and distribution of macrofungi. **Biodivers Conserv**, v.16, p.37-48, 2007.
- NARANJO-ORTIZ, M.A.; GABALDÓN, T. Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi. **Biological Reviews**, Barcelona, v. 94, p. 2101-2137, 2019.
- NUNEZ, N.F. et al. Potential of high-throughput eDNA sequencing of soil fungi and bacteria for monitoring ecological restoration in ultramafic substrates: The case study of the New Caledonian biodiversity hotspot. **Ecological Engineering**, v.173, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106416>
- PAUSAS, J.G.; KEELEY, J.E. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. **BioScience**, v. 59, n.7, 2009.

PIVELLO, V.R. et al. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.19, p.233-255, 2021.

R CORE TEAM (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SARI, F. Identifying anthropogenic and natural causes of wildfires by maximum entropy method-based ignition susceptibility distribution models. **J. For. Res.**, v.34, p.355–371, 2023 <https://doi.org/10.1007/s11676-02>

SELANDE-RIVERA, M.; INSUA-COSTA, D.; MIGUEZ-MACHO, G. Spatial and temporal expansion of global wildland fire activity in response to climate change. **Nature Communications**, 13:1208, 2022.

SHARMA, M. et al. Journal impact factor: its use, significance, e limitações. **World Journal of Nuclear Medicine**, v.13, issue 2, 2014.

SLATKO, B.E.; GARDNER, A.F.; AUSUBEL, F.M. Overview of Next-Generation Sequencing Technologies. **Curr Protoc Mol Biol**, 122(1), 2018. doi: 10.1002/cpmb.59

STORK, N.E.; HABEL, J.C. Can biodiversity hotspots protect more than tropical forests plants and vertebrates? **Journal of Biogeography**, 41, 421-428, 2014.

SUZUKI, A. Fungal succession at different scales. In: Fungal Succession (eds. K.D. Hyde and E.B.G. Jones). **Fungal diversity**, v.10, p.11-20, 2002.

TYUKAVINA, A. et al. Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019. **Frontiers in Remote Sensing**, v.3, n.825190, 2022. Doi: 10.3389/frsen.2022.825190.

THE mediterranean burns. **WWF**, 2019. Disponível em: https://awsassets.panda.org/downloads/wwf_the_mediterranean_burns_2019_eng_final.pdf. Acesso em: 20 set 2023.

VERBEEK, A.; DEBACKERE, K.; LUWEL, M.; ZIMMERMANN, E. Measuring Progress and Evolution in Science and Technology-I: The Multiple Uses of bibliometric Indicators. **International Journal of Management Reviews**, v.4, n.2, p.213-231, 2002. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00083>.

VĚTROVSKÝ, T. et al. Meta-analysis of global fungal distribution reveals climate-driven patterns. **Nature Communications**, v.51, n.5142, 2019.

VĚTROVSKÝ T. et al. GlobalFungi, a global database of fungal occurrences from high-throughput-sequencing metabarcoding studies. **Scientific Data**, 7, 228 (2020).

VOELKERDING, K.V.; DAMES, S.A.; DURTSCHI, J.D. Next-Generation Sequencing: From Basic Research to Diagnostics. **Clinical Chemistry**, v.55, n.4, p.641-658, 2009.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **Springer-Verlag New York**, 2016.

WU, C. et al. Historical and future global burned area with changing climate and human demography. **One Earth**, v. 4, p. 517–530, 2021.

ANEXO 1

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Anderson I; Bastias B; Genney D; Parkin P; Cairney J	Basidiomycete fungal communities in australian sclerophyll forest soil are altered by repeated prescribed burning	2007	Mycological Research	10.1016/j.mycres.2007.02.006
Holden S; Gutierrez A; Treseder K	Changes in soil fungal communities extracellular enzyme activities and litter decomposition across a fire chronosequence in alaskan boreal forests	2013	Ecosystems	10.1007/s10021-012-9594-3
Dejene T; Oria-De-Rueda J; Martín-Pinto P	Fungal community succession and sporocarp production following fire occurrence in dry afro-montane forests of ethiopia	2017	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2017.05.011
Mao Z; Wang Y; Li Q; Li W; Wang H; Li Y; Yue M	Deep mowing rather than fire restrains grassland miscanthus growth via affecting soil nutrient loss and microbial community redistribution	2023	Frontiers In Plant Science	10.3389/fpls.2022.1105718
Bonanomi G; Idbella M; Abd-Elgawad A; Motti R; Ippolito F; Santorufo L; Adamo P; Agrelli D; De M A; Maisto G; Zotti M	Impact of prescribed burning mowing and abandonment on a mediterranean grassland a 5year multikingdom comparison	2022	Science Of The Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2022.155442

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Pulido-Chavez M;Alvarado E;Deluca T;Edmonds R;Glassman S	Highseverity wildfire reduces richness and alters composition of ectomycorrhizal fungi in lowseverity adapted ponderosa pine forests	2021	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2021.118923
Pulido-Chavez M;Randolph J;Zalman C;Larios L;Homyak P;Glassman S	Rapid bacterial and fungal successional dynamics in first year after chaparral wildfire	2023	Molecular Ecology	10.1111/mec.16835
Buscardo E;Freitas H;Pereira J;De A P	Common environmental factors explain both ectomycorrhizal species diversity and pine regeneration variability in a postfire mediterranean forest	2011	Mycorrhiza	10.1007/s00572-011-0363-5
Martín-Pinto P;Vaquerizo H;Peñalver F;Olaizola J;Oria-De-Rueda J	Early effects of a wildfire on the diversity and production of fungal communities in mediterranean vegetation types dominated by cistus ladanifer and pinus pinaster in spain	2006	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2006.01.006
Reazin C;Morris S;Smith J;Cowan A;Jumpponen A	Fires of differing intensities rapidly select distinct soil fungal communities in a northwest us ponderosa pine forest ecosystem	2016	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2016.07.002

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Zhan J;Li Y;Yang H;Ning Z;Wang L;Zhang R	Longterm mowing and burning have more of an effect on soil fungal communities than on bacteria in a semiarid sandy land	2023	Applied Soil Ecology	10.1016/j.apsoil.2023.104855
Sysouphanthong P;Thongkantha S;Zhao R;Soytong K;Hyde K Orumaa A;Agan A;Anslan S;Drenkhan T;Drenkhan R;Kauer K;Köster K;Tedersoo L;Metslaid M	Mushroom diversity in sustainable shade tea forest and the effect of fire damage	2010	Biodiversity And Conservation	10.1007/s10531-009-9769-1
Ammitzball H;Jordan G;Baker S;Freeman J;Bissett A	Longterm effects of forest fires on fungal community and soil properties along a hemiboreal scots pine forest fire chronosequence	2022	Science Of The Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2022.158173
Enright D;Frangioso K;Isobe K;Rizzo D;Glassman S	Contrasting successional responses of soil bacteria and fungi to postlogging burn severity	2022	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2022.120059
Mediavilla O;Hernández-Rodríguez M;Olaizola J;Santos-Del-Blanco L;Oria-De-Rueda J;Martín-Pinto P	Megafire in redwood tanoak forest reduces bacterial and fungal richness and selects for pyrophilous taxa that are phylogenetically conserved	2022	Molecular Ecology	10.1111/mec.16399
	Insights into the dynamics of boletus edulis mycelium and fruiting after fire prevention management	2017	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2017.08.031

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Palfner G;Canseco M;Casanova-Katny A	Postfire seedlings of nothofagus alpina in southern chile show strong dominance of a single ectomycorrhizal fungus and a vertical shift in root architecture	2008	Plant And Soil	10.1007/s11104-008-9697-y
Buscardo E;Rodríguez-Echeverría S;Freitas H;De A P;Pereira J;Muller L	Contrasting soil fungal communities in mediterranean pine forests subjected to different wildfire frequencies	2015	Fungal Diversity	10.1007/s13225-014-0294-5
Claridge A;Trappe J;Mills D;Claridge D	Diversity and habitat relationships of hypogeous fungi iii factors influencing the occurrence of fireadapted species	2009	Mycological Research	10.1016/j.mycres.2009.02.014
García-Carmona M;García-Orenes F;Mataix-Solera J;Roldán A;Pereg L;Caravaca F	Salvage logging alters microbial community structure and functioning after a wildfire in a mediterranean forest	2021	Applied Soil Ecology	10.1016/j.apsoil.2021.104130
Chen D;Cairney J	Investigation of the influence of prescribed burning on its profiles of ectomycorrhizal and other soil fungi at three australian sclerophyll forest sites	2002	Mycological Research	10.1017/S0953756202005890
Filialuna O;Cripps C	Evidence that pyrophilous fungi aggregate soil after forest fire	2021	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2021.119579
Fox S;Sikes B;Brown S;Cripps C;Glassman S;Hughes K;Semenova-Nelsen T;Jumpponen A	Fire as a driver of fungal diversity a synthesis of current knowledge	2022	Mycologia	10.1080/00275514.2021.2024422

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Hughes K;Matheny P;Miller A;Petersen R;Iturriaga T;Johnson K;Methven A;Raudabaugh D;Swenie R;Bruns T	Pyrophilous fungi detected after wildfires in the great smoky mountains national park expand known species ranges and biodiversity estimates	2020	Mycologia	10.1080/00275514.2020.1740381
Hughes K;Case A;Matheny P;Kivlin S;Petersen R;Miller A;Iturriaga T	Secret lifestyles of pyrophilous fungi in the genus sphaerosporella	2020	Applications In Plant Sciences	10.1002/ajb2.1482
Motiejūnaitė J;Adamonytė G;Iršėnaitė R;Juzėnas S;Kasparavičius J;Kutorga E;Markovskaja S	Early fungal community succession following crown fire in pinus mugo stands and surface fire in pinus sylvestris stands	2014	European Journal Of Forest Research	10.1007/s10342-013-0738-6
Greenwood L;Nimmo D;Egidi E;Price J;Mcintosh R;Frew A	Fire shapes fungal guild diversity and composition through direct and indirect pathways	2023	Molecular Ecology	10.1111/mec.17068
Snabl M;Guidori U;Gianchino C;Leonardi M;Zambonelli A;Iotti M	New insights on postfire morels morchella spp in italy	2023	Phytotaxa	10.11646/phytotaxa.599.5.2
Ramberg E;Berglund H;Penttila R;Strengbom J;Jonsson M	Prescribed fire is an effective restoration measure for increasing boreal fungal diversity	2023	Ecological Applications	10.1002/eap.2892
V. C M;Nelson A;Borch T;Roth H;Fegel T;Rhoades C;Wilkins M;Glassman S	Distinct fungal and bacterial responses to fire severity and soil depth across a tenyear wildfire chronosequence in beetlekilled lodgepole pine forests	2023	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2023.121160
Smith G;Peay K	Woodland wildfire enables fungal colonization of encroaching douglasfir	2023	Functional Ecology	10.1111/1365-2435.14382

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Packard E;Durall D;Jones M	Successional changes in fungal communities occur a few weeks following wildfire in a mixed douglasfirponderosa pine forest	2023	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2023.101246
Espinosa J;Dejene T;Guijarro M;Cerdeja X;Madrigal J;Martin-Pinto P	Fungal diversity and community composition responses to the reintroduction of fire in a nonmanaged mediterranean shrubland ecosystem	2023	Forest Ecosystems	10.1016/j.fecs.2023.100110
Hewitt R;Day N;Devan M;Taylor D	Wildfire impacts on root-associated fungi and predicted plant-soil feedbacks in the boreal forest: research progress and recommendations	2023	Functional Ecology	10.1111/1365-2435.14205
Ananyev V;Timofeeva V;Kryshen' A;Pekkoev A;Kostina E;Ruokolainen A;Moshnikov S;Medvedeva M;Polevoi A;Humala A	Fire severity controls successional pathways in a fire-affected spruce forest in eastern Fennoscandia	2022	Forests	10.3390/f13111775
Steindorff A;Seong K;Carver S;Fischer M;Stillman K;Liu H;Drula E;Henrissat B;Simpson J;Lipzen A;He G;Yan B;Pangilinan J;Labutti K;Ng V;Traxler M;Bruns T;Grigoriev I	Diversity of genomic adaptations to the post-fire environment in Pezizales fungi points to crosstalk between charcoal tolerance and sexual development	2022	New Phytologist	10.1111/nph.18407

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Vazquez-Veloso A;Dejene T;Andres O J;Guijarro M;Hernando C;Espinosa J;Martin-Pinto P	Prescribed burning in spring or autumn did not affect the soil fungal community in mediterranean pinus nigra natural forests	2022	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2022.120161
Duran-Manual F;Espinosa J;Perez-Pereda E;Mediavilla O;Geada-Lopez G;Dejene I;Martin-Pinto P;Martinez-Becerra L	Prescribed burning in pinus cubensisdominated tropical natural forests a mycofriendly fireprevention tool	2022	Forest Systems	10.5424/fs/2022312-19318
Olchowik J;Hilszczanska D;Studnicki T;Kariman K;Borowski Z	Postfire dynamics of ectomycorrhizal fungal communities in a scots pine pinus sylvestris l forest of poland	2021	Peerj	10.7717/peerj.12076
Smith G;Edy L;Peay K	Contrasting fungal responses to wildfire across different ecosystem types	2021	Molecular Ecology	10.1111/mec.15767
Miyamoto Y;Danilov A;Bryanin S	The dominance of suillus species in ectomycorrhizal fungal communities on larix gmelinii in a postfire forest in the russian far east	2021	Mycorrhiza	10.1007/s00572-020-00995-3
Perez-Izquierdo L;Clemmensen K;Strengbom J;Granath G;Wardle D;Nilsson M;Lindahl B	Crownfire severity is more important than groundfire severity in determining soil fungal community development in the boreal forest	2021	Journal Of Ecology	10.1111/1365-2745.13529

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Castano C;Hernandez-Rodriguez M;Geml J;Olaizola J;Andres O P	Resistance of the soil fungal communities to mediumintensity fire prevention treatments in a mediterranean scrubland	2020	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2020.118217
Hughes K;Matheny P;Miller R;Iturriaga T;Johnson K;Methven A;Raudabaugh D;Swenie R;Bruns T Kouki J;Salo K	Pyrophilous fungi detected after wildfires in the great smoky mountains national park expand known species ranges arid biodiversity estimates	2020	Mycologia	10.1080/00275514.2020.1740381
	Forest disturbances affect functional groups of macrofungi in young successional forests harvests and fire lead to different fungal assemblages	2020	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2020.118039
Yang T;Tedersoo L;Lin X;Fitzpatrick M;Jia Y;Liu X;Ni Y;Shi Y;Lu P;Zhu J;Chu H	Distinct fungal successional trajectories following wildfire between soil horizons in a coldtemperate forest	2020	New Phytologist	10.1111/nph.16531
Bruns T;Chung J;Carver A;Glassman S	A simple pyrocasm for studying soil microbial response to fire reveals a rapid massive response by pyronema species	2020	Plos One	10.1371/journal.pone.0222691
Raudabaugh D;Matheny P;Hughes T;Sargent M;Miller A	Where are they hiding testing the body snatchers hypothesis in pyrophilous fungi	2020	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2019.100870
Hansen P;Semenova-Nelsen T;Platt W;Sikes B	Recurrent fires do not affect the abundance of soil fungi in a frequently burned pine savanna	2019	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2019.07.006

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Owen S;Patterson A;Gehring C;Baggett L;Fule P	Large highseverity burn patches limit fungal recovery 13 years after wildfire in a ponderosa pine forest	2019	Soil Biology \& Biochemistry	10.1016/j.soilbio.2019.107616
Salo K;Domisch T;Kouki J	Forest wildfire and 12 years of postdisturbance succession of saprotrophic macrofungi basidiomycota ascomycota	2019	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2019.117454
Carson C;Jumpponen A;Blair J;Zeglin L	Soil fungal community changes in response to longterm fire cessation and n fertilization in tallgrass prairie	2019	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2019.03.002
Semenova-Nelsen T;Platt W;Patterson T;Huffman J;Sikes B	Frequent fire reorganizes fungal communities and slows decomposition across a heterogeneous pine savanna landscape	2019	New Phytologist	10.1111/nph.16096
Suominen M;Junninen K;Kouki J	Diversity of fungi in harvested forests 10 years after logging and burning polypore assemblages on different woody substrates	2019	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2019.05.030
Franco-Manchon I;Salo K;Andres O J;Martin-Pinto P	Are wildfires a threat to fungi in european pinus forests a case study of boreal and mediterranean forests	2019	Forests	10.3390/f10040309
Hilszczanska D;Gil W;Olszowska G	Structure of postfire ectomycorrhizal communities of scots pine stand in a dry coniferous forest habitat	2019	Sylvan	
Rasmussen A;Brewer J;Jackson J	Tree thinning and fire affect ectomycorrhizal fungal communities and enzyme activities	2018	Ecosphere	10.1002/ecs2.2471

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Suominen M;Junninen K;Heikkala O;Kouki J	Burning harvested sites enhances polypore diversity on stumps and slash	2018	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2018.02.007
Vasutova M;Edwards-Jonasova M;Vesela L;Fleischer P;Cudlin P	Management regime is the most important factor influencing ectomycorrhizal species community in norway spruce forests after windthrow	2018	Mycorrhiza	10.1007/s00572-018-0820-5
Li Q;Xiong C;Huang W;Li X	Controlled surface fire for improving yields of morchella importuna	2017	Mycological Progress	10.1007/s11557-017-1350-9
Taudiere A;Richard F;Carcaillet C	Review on fire effects on ectomycorrhizal symbiosis an unachieved work for a scalding topic	2017	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2017.02.043
Miller A;Raudabaugh D;Iturriaga P;Petersen R;Hughes M;Powers R;James T;O'donnell K	First report of the postfire morel morchella exuberans in eastern north america	2017	Mycologia	10.1080/00275514.2017.1408294
Cowan A;Smith J;Fitzgerald S	Recovering lost ground effects of soil burn intensity on nutrients and ectomycorrhiza communities of ponderosa pine seedlings	2016	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2016.07.030
Larson A;Cansler C;Cowdery S;Furniss T;Swanson M;Lutz J	Postfire morel morchella mushroom abundance spatial structure and harvest sustainability	2016	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2016.06.038

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Hobbie E;Rice S;Weber N;Smith J	Isotopic evidence indicates saprotrophy in postfire morchella in oregon and Alaska	2016	Mycologia	10.3852/15-281
Glassman S;Levine C;Dirocco J;Bruns T	Ectomycorrhizal fungal spore bank recovery after a severe forest fire some like it hot	2016	Isme Journal	10.1038/ismej.2015.182
Suominen M;Junninen K;Heikkala O;Kouki J	Combined effects of retention forestry and prescribed burning on polypore fungi	2015	Journal Of Applied Ecology	10.1111/1365-2664.12447
Oliver A;Callaham M;Jumpponen A	Soil fungal communities respond compositionally to recurring frequent prescribed burning in a managed southeastern us forest ecosystem	2015	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2015.02.020
Franco A;Sousa N;Ramos R;Castro P	Diversity and persistence of ectomycorrhizal fungi and their effect on nurseryinoculated pinus pinaster in a postfire plantation in northern portugal	2014	Microbial Ecology	10.1007/s00248-014-0447-9
Mediavilla O;Andres O J;Martin-Pinto P	Changes in sporocarp production and vegetation following wildfire in a mediterranean forest ecosystem dominated by pinus nigra in northern spain	2014	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2014.07.033
Carlsson F;Edman M;Holm S;Jonsson B	Effect of heat on interspecific competition in saprotrophic wood fungi	2014	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2014.05.003
Vasquez G P;Fraile F R;Hernandez-Rodriguez M;Andres O J;Bravo O P	Postfire production of mushrooms in pinus pinaster forests using classificatory models	2014	Journal Of Forest Research	10.1007/s10310-013-0419-9

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Rincon A;Santamaria B;Ocana L;Verdu M	Structure and phylogenetic diversity of postfire ectomycorrhizal communities of maritime pine	2014	Mycorrhiza	10.1007/s00572-013-0520-0
Simonovicova A;Novakova A;Pangallo V;Hubka V	The occurrence of heatresistant species of trichophaea abundans in different types of soil in slovakia and czech republic	2014	Biologia	10.2478/s11756-013-0300-5
Penttila R;Junninen K;Punttila P;Siitonen J	Effects of forest restoration by fire on polypores depend strongly on time since disturbance a case study from finland based on a 23year monitoring period	2013	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2013.08.061
Masaphy S;Zabari L	Observations on postfire black morel ascocarp development in an israeli burnt forest site and their preferred microsites	2013	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2013.02.005
Kurth V;Fransioli N;Fule P;Hart S;Gehring C	Standreplacing wildfires alter the community structure of woodinhabiting fungi in southwestern ponderosa pine forests of the usa	2013	Fungal Ecology	10.1016/j.funeco.2013.01.006
Rutigliano F;Migliorini M;Maggi O;D'ascoli P;Persiani A	Dynamics of fungi and fungivorous microarthropods in a mediterranean maquis soil affected by experimental fire	2013	European Journal Of Soil Biology	10.1016/j.ejsobi.2013.02.006

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Hernandez-Rodriguez M;Andres O P	Postfire fungal succession in a mediterranean ecosystem dominated by cistus ladanifer l	2013	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2012.10.009
Ylisirnio A;Penttila R;Berglund H;Hallikainen V;Isaeva L;Kauhanen H;Koivula M;Mikkola K	Dead wood and polypore diversity in natural postfire succession forests and managed stands lessons for biodiversity management in boreal forests	2012	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2012.08.018
Kutorga E;Adamonyte G;Irsenaite S;Kasparavicius J;Markovskaja J;Treigiene A	Wildfire and postfire management effects on early fungal succession in pinus mugo plantations located in curonian spit lithuania	2012	Geoderma	10.1016/j.geoderma.2012.02.007
Kennedy K;Maxwell J;Lumyong S	Fire and the production of astraeus odoratus basidiomycetes sporocarps in deciduous dipterocarpoak forests of northern thailand	2012	Maejo International Journal Of Science And Technology	
Buscardo E;Rodriguez-Echeverria S;Barrico M;Freitas H;Martin M;De ;Angelis P;Muller L	Is the potential for the formation of common mycorrhizal networks influenced by fire frequency	2012	Soil Biology \& Biochemistry	10.1016/j.soilbio.2011.12.007
Baynes M;Newcombe G;Dixon L;Castlebury L;O'donnell K	A novel plantfungal mutualism associated with fire	2012	Fungal Biology	10.1016/j.funbio.2011.10.008
Kipfer T;Moser B;Egli S;Wohlgemuth T;Ghazoul J	Ectomycorrhiza succession patterns in pinus sylvestris forests after standreplacing fire in the central alps	2011	Oecologia	10.1007/s00442-011-1981-5

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Vasquez G P;Fraile F R;Hernandez-Rodriguez M;Andres O J;Martin-Pinto P	Fungal community succession following wildfire in a mediterranean vegetation type dominated by pinus pinaster in northwest spain	2011	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2011.04.036
Berglund H;Jonsson M;Penttila I	The effects of burning and deadwood creation on the diversity of pioneer woodinhabiting fungi in managed boreal spruce forests	2011	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2011.01.008
Mcmullan-Fisher S;May T;Robinson R;Bell T;Lebel T;Catchside P;York A	Fungi and fire in australian ecosystems a review of current knowledge management implications and future directions	2011	Australian Journal Of Botany	10.1071/BT10059
Southworth D;Donohue J;Frank J	Mechanical mastication and prescribed fire in coniferhardwood chaparral differing responses of ectomycorrhizae and truffles	2011	International Journal Of Wildland Fire	10.1071/WF10033
Greene D;Hesketh M;Pounden E	Emergence of morel morchella and pixie cup geopyxis carbonaria ascocarps in response to the intensity of forest floor combustion during a wildfire	2010	Mycologia	10.3852/08-096
Rincon A;Pueyo J	Effect of fire severity and site slope on diversity and structure of the ectomycorrhizal fungal community associated with postfire regenerated pinus pinaster ait seedlings	2010	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2010.04.028

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Lygis V;Vasiliauskaite I;Stenlid J;Vasaitis R	Impact of forest fire on occurrence of heterobasidion annosum ss root rot and other woodinhabiting fungi in roots of pinus mugo	2010	Forestry	10.1093/forestry/cpp036
Winder R;Keefer M	Ecology of the 2004 morel harvest in the rocky mountain forest district of british columbia	2008	Botany-Botanique	10.1139/B08-045
Robinson R;Mellican A;Smith R	Epigeous macrofungal succession in the first five years following a wildfire in karri eucalyptus diversicolor regrowth forest in western australia	2008	Austral Ecology	10.1111/j.1442-9993.2008.01853.x
Junninen K;Kouki J;Renvall P	Restoration of natural legacies of fire in european boreal forests an experimental approach to the effects on wooddecaying fungi	2008	Canadian Journal Of Forest Research	10.1139/X07-145
Masaphy S;Zabari L;Gander-Shagug G	Morchella conica pers proliferation in postfire forests in northern israel	2008	Israel Journal Of Plant Sciences	10.1560/IJPS.56.4.315
Bastias B;Huang Z;Blumfield T;Xu Z;Cairney J	Influence of repeated prescribed burning on the soil fungal community in an eastern australian wet sclerophyll forest	2006	Soil Biology \& Biochemistry	10.1016/j.soilbio.2006.06.007
Trappe J;Nicholls A;Claridge A;Cork S	Prescribed burning in a eucalyptus woodland suppresses fruiting of hypogeous fungi an important food source for mammals	2006	Mycological Research	10.1016/j.mycres.2006.07.018

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Bastias B;Xu Z;Cairney J	Influence of longterm repeated prescribed burning on mycelial communities of ectomycorrhizal fungi	2006	New Phytologist	10.1111/j.1469-8137.2006.01793.x
De R M;De M A	Postfire seasonal and annual dynamics of the ectomycorrhizal community in a quercus ilex l forest over a 3year period	2005	Mycorrhiza	10.1007/s00572-005-0353-6
Smith J;Mckay D;Brenner G;Mciver J;Spatafora J	Early impacts of forest restoration treatments on the ectomycorrhizal fungal community and fine root biomass in a mixed conifer forest	2005	Journal Of Applied Ecology	10.1111/j.1365-2664.2005.01047.x
Meyer M;North M;Kelt D	Shortterm effects of fire and forest thinning on truffle abundance and consumption by neotamias speciosus in the sierra nevada of california	2005	Canadian Journal Of Forest Research	10.1139/x05-032
Fujimura K;Smith J;Horton T;Weber N;Spatafora J	Pezizalean mycorrhizas and sporocarps in ponderosa pine pinus ponderosa after prescribed fires in eastern oregon usa	2005	Mycorrhiza	10.1007/s00572-004-0303-8
Smith J;Mckay D;Niwa C;Thies W;Brenner J	Shortterm effects of seasonal prescribed burning on the ectomycorrhizal fungal community and fine root biomass in ponderosa pine stands in the blue mountains of Oregon	2004	Canadian Journal Of Forest Research	10.1139/X04-124
Vernes K;Johnson C;Castellano M	Firerelated changes in biomass of hypogeous sporocarps at foraging points used by a tropical mycophagous marsupial	2004	Mycological Research	10.1017/S0953756204000048

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Pilz D;Weber N;Carter M;Parks C;Molina R	Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy burned and insectdamaged forests of northeastern oregon	2004	Forest Ecology And Management	10.1016/j.foreco.2004.05.028
Tuininga A;Dighton J	Changes in ectomycorrhizal communities and nutrient availability following prescribed burns in two upland pineoak forests in the new jersey pine barrens	2004	Canadian Journal Of Forest Research- Revue Canadienne De Recherche Forestiere	10.1139/X04-037
Suzuki A	Fungal succession at different scales	2002	Fungal Diversity	
Dahlberg A	Effects of fire on ectomycorrhizal fungi in fennoscandian boreal forests	2002	Silva fennica	10.14214/sf.551
Vernes K;Castellano M;Johnson C	Effects of season and fire on the diversity of hypogeous fungi consumed by a tropical mycophagous marsupial	2001	Journal Of Animal Ecology	10.1046/j.0021-8790.2001.00564.x
Dahlberg A;Schimmel J;Taylor A;Johannesson H	Postfire legacy of ectomycorrhizal fungal communities in the swedish boreal forest in relation to fire severity and logging intensity	2001	Biological Conservation	10.1016/S0006-3207(00)00230-5
Grogan P;Baar J;Bruns T	Belowground ectomycorrhizal community structure in a recently burned bishop pine forest	2000	Journal Of Ecology	10.1046/j.1365-2745.2000.00511.x

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Stendell E;Horton T;Bruns T	Early effects of prescribed fire on the structure of the ectomycorrhizal fungus community in a sierra nevada ponderosa pine forest	1999	Mycological Research	10.1017/S0953756299008618
Baar J;Horton T;Kretzer A;Bruns T	Mycorrhizal colonization of pinus muricata from resistant propagules after a standreplacing wildfire	1999	New Phytologist	10.1046/j.1469-8137.1999.00452.x
Jonsson L;Dahlberg A;Nilsson M;Zackrisson O;Karen O	Ectomycorrhizal fungal communities in latesuccessional swedish boreal forests and their composition following wildfire	1999	Molecular Ecology	10.1046/j.1365-294x.1999.00553.x
Horton T;Cazares E;Bruns T	Ectomycorrhizal vesiculararbuscular and dark septate fungal colonization of bishop pine pinus muricata seedlings in the first 5 months of growth after wildfire	1998	Mycorrhiza	10.1007/s005720050205
Torres P;Honrubia M	Changes and effects of a natural fire on ectomycorrhizal inoculum potential of soil in a pinus halepensis forest	1997	Forest Ecology And Management	10.1016/S0378-1127(97)00058-3
Filip G;Yangerve L	Effects of prescribed burning on the viability of armillaria ostoyae in mixedconifer forest soils in the blue mountains of Oregon	1997	Northwest Science	
Johnson C	Fire and habitat management for a mycophagous marsupial the tasmanian bettong bettongia gaimardi	1997	Australian Journal Of Ecology	10.1111/j.1442-9993.1997.tb00645.x

Autores	Título	Ano	Periódico	DOI
Johnson C	Interactions between fire mycophagous mammals and dispersal of ectomycorrhizal fungi in eucalyptus forests	1995	Oecologia	10.1007/BF00341344
Herr D;Duchesne L;Tellier R;Mcalpine R;Peterson R	Effect of prescribed burning on the ectomycorrhizal infectivity of a forest soil	1994	International Journal Of Wildland Fire	10.1071/WF9940095
Palmer J;Miller O;Gruhn C	Fruiting of ectomycorrhizal basidiomycetes on unburned and prescribed burned hardpine hardwood plots after droughtbreaking rainfalls on the allegheny mountains of southwestern virginia	1994	Mycorrhiza	10.1007/BF00203768
Miller S;Torres P;Mcclean T	Persistence of basidiospores and sclerotia of ectomycorrhizal fungi and morchella in soil	1994	Mycologia	10.2307/3760722
Puppi G;Tartaglino N	Mycorrhizal types in 3 mediterranean communities affected by fire to different extents	1991	Acta Oecologica-International Journal Of Ecology	
Turnau K	Investigations on postfire discomycetes geopyxisrehmii spnov and geopyxiscarbonaria alb and schw exfr sacc	1984	Nova Hedwigia	