

# Baixios e platôs diferem quanto à riqueza e dominância de fungos de serrapilheira?

Maíra B. de Souza

---

## Introdução

Os fungos participam de processos vitais para a manutenção das florestas tropicais, sendo um dos principais decompositores da matéria orgânica (Swift, 1982; Hawksworth & Colwell, 1992). Em solos com baixo teor de nutrientes, como os amazônicos, organismos capazes de disponibilizar e reter nutrientes são fundamentais para a manutenção e aumento da biomassa nesses ecossistemas. Os fungos saprotróficos, juntamente com bactérias e a fauna do solo assumem papel fundamental neste processo, pois disponibilizam nutrientes para o ambiente através da decomposição da serrapilheira (Stark & Jordan, 1978).

A família Tricholomataceae (Agaricales, Basidiomycota) possui muitas espécies de fungos saprotróficos responsáveis pela decomposição de folhas e galhos finos da serrapilheira. Possuem desde representantes que colonizam a camada inferior, como outros que ocorrem preferencialmente na camada superior da serrapilheira. Os fungos que tendem a ocorrer na camada superior da serrapilheira são conhecidos como marasmíóides, constituindo um grupo parafilético de espécies que apresentam

semelhanças morfológicas e ecológicas com espécies do gênero *Marasmius* (Singer & Araujo, 1979; Hedger, 1985; Lodge & Cantrell, 1995).

O ambiente exerce forte influência sobre a distribuição espacial e temporal de fungos. Os fungos marasmíóides são susceptíveis à dessecação e variações ambientais que afetam o potencial hídrico das camadas de serrapilheira podem influenciar a formação de corpos de frutificação (Hedger, 1985; Lodge *et al.*, 1995). Braga-Neto (2006) verificou que a maior entrada de luz em áreas com árvores de pequeno porte e a alta porcentagem de argila no solo criaram microambientes com variações de umidade que influenciaram a frutificação dos fungos.

Em uma revisão com fungos saprotróficos, Lodge *et al.* (1995) verificou que as maiores diversidades destes organismos são encontradas em ambientes de baixas latitudes, precipitação moderada a elevada e altitudes médias e baixas. Sabe-se que a altitude e a inclinação do terreno afetam a umidade, já que a topografia exerce forte influência sobre os padrões de drenagem da paisagem (Lodge & Cantrell, 1995; Braga-Neto, 2006). Em florestas de terra firme na Amazônia, as diferenças de

altitude são pequenas dentro de um mesmo local, mas ainda assim influenciam a estrutura e a florística de suas formações. As florestas de platô são as formações que ocorrem nas áreas mais altas da floresta, apresentando dossel com altura de 35 metros. As florestas de baixo ocorrem nas planícies aluviais ao longo dos igarapés, com dossel médio de 20 m (Ribeiro *et al.*, 1999). Assim, é provável que ambientes de platô apresentem condições de umidade mais heterogêneas e instáveis que ambientes de baixo, que devem apresentar homogeneidade na umidade da serrapilheira devido à proximidade com igarapés.

Os fungos, assim como outros organismos, possuem seus ótimos de atividade em condições ambientais restritas (Ricklefs, 2001). Como os fungos marasmíóides são sensíveis às variações de umidade, é provável que em ambientes instáveis e heterogêneos como os platôs ocorram um menor número de espécies, pois poucas espécies seriam capazes de tolerar o estresse hídrico. Também é possível que as espécies adaptadas a estes ambientes tenham se especializado a estes locais e desta forma apresentariam fraca competitividade com as espécies de baixo, não conseguindo ocupar as áreas ao longo dos igarapés.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar a riqueza e a dominância de fungos marasmíóides em ambientes de baixios e platôs dentro de uma floresta contínua na Amazônia

Central. Espera-se encontrar maior riqueza de espécies em ambientes de baixios devido às condições de umidade mais adequadas para a formação de corpos de frutificação destes fungos neste ambiente. Espera-se que a dominância seja mais alta em ambientes de platô, pois haveria neste local maior uma concentração na abundância relativa de espécies adaptadas às condições de estresse hídrico.

## **Material & métodos**

### *Área de estudo*

O estudo foi realizado na Reserva do Km 41, que compreende uma floresta de terra firme localizada a 80 km ao norte de Manaus (02°24'S; 59°43'O), pertencente ao Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF-INPA). A média anual de temperatura é de 27 °C e a época mais seca ocorre entre os meses de julho e setembro (Lovejoy & Bierregaard, 1990). Assim como as demais florestas de terra firme, a reserva apresenta três compartimentos geomorfológicos: platôs, vertentes e baixios. As florestas de platô ocorrem nas áreas mais altas, sobre solo argiloso e apresentam diversas árvores emergentes. As florestas de vertente representam a transição entre o platô e o baixo, ocorrendo sobre terreno inclinado. O baixo apresenta-se sobre solo arenoso, próximo aos

igarapés e com inundações periódicas na estação chuvosa (Ribeiro *et al.*, 1999).

#### *Coleta dos fungos*

Os corpos de frutificação dos fungos marasmíoides foram coletados durante três dias do mês de setembro em áreas de baixio e platô das trilhas L, QQ e CC da reserva. Em cada trilha, foi selecionado um ambiente de baixio e uma área de platô adjacente. Em cada um desses ambientes, foram estabelecidas três parcelas de 1 x 10 m distantes 10 m entre si, de forma a amostrar uma maior heterogeneidade de ambientes dentro de cada compartimento geomorfológico. Todos os corpos de frutificação encontrados na serrapilheira dentro das parcelas foram fotografados e coletados, sendo acondicionados em potes plásticos contendo sílica gel para conservação dos espécimes. No laboratório, os indivíduos foram classificados em morfoespécies e quando possível, identificados até o nível de gênero ou espécie através da consulta do "Guia de morfoespécies de fungos de ladeira da Reserva Ducke" (Braga-Neto, 2007).

#### *Análises dos dados*

As parcelas de cada ambiente (baixio e platô) foram agrupadas entre si para a análise dos dados. Para cada ambiente, foram listadas as morfoespécies encontradas com suas respectivas abundâncias, de forma que a partir

destes dados pudesse ser calculada a dominância de cada morfoespécie nos ambientes. A dominância foi estimada através do índice de Simpson, segundo a função:

$$D = \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \left( \frac{n_i - 1}{N - 1} \right) \right)$$

onde  $s$  representa a riqueza observada de espécies,  $n_i$  é igual ao número de indivíduos na  $i$ -ésima espécie e  $N$  é o número total de indivíduos (Margurran, 2004). Como este índice não considera as variâncias das amostras, foi utilizado um procedimento conhecido como Jackknife que permite estimar a variância do índice para comparações estatísticas. O procedimento é realizado da seguinte forma: (1) estima-se o índice de Simpson para o número total de amostras de acordo com a equação (a), produzindo assim a estimativa original de dominância ( $S_0$ ); (2) a dominância é recalculada pelo número de amostras ( $n$ ), retirando-se cada uma das amostras por vez. Este novo cálculo produz uma nova estimativa,  $^iS$ ; (3) é calculado um "pseudovalor" ( $\phi$ ) para cada uma das  $n$  amostras recalculadas na etapa anterior, segundo a função:

$$\phi = nS_0 - (n - 1)^{-i} S$$

(4) é calculada a nova estimativa de dominância através da média obtida para os

“pseudovalores”; (5) a variância é obtida através da média dos “pseudovalores”. Com a variância obtida, o intervalo de confiança (IC) é estimado segundo a função:

$$IC = \bar{x} \pm \left( t * \sqrt{\frac{s^2}{n}} \right)$$

Onde  $t$  é consultado (Zar, 1984) a partir do grau de liberdade da amostra e  $s^2/n$  é o erro padrão da média.

A abundância relativa de cada espécie de fungo foi ordenada e plotada em escala logarítmica na base 10 ordenada de forma decrescente (Magurran, 2004). Para estimar a riqueza total de espécies nos dois ambientes, foi

utilizado o procedimento de Jacknife e considerou-se 95% de intervalo de confiança.

## Resultados

Foram encontrados no total 1067 corpos de frutificação classificados em 41 morfoespécies, das quais 17 foram identificadas até gênero (Tabela 1). Apenas 12 morfoespécies (29%) foram comuns aos dois compartimentos geomorfológicos analisados, enquanto 37% das morfoespécies foram exclusivas do baixio e 34% do platô. A riqueza estimada através do Jacknife foi de 40,33 espécies para ambientes de baixio e 38,33 espécies para espécies de platô, e foram consideradas estatisticamente iguais (Figura 1).

Tabela 1. Abundância relativa das espécies e morfoespécies de fungos marasmíoides encontrados nos ambientes de baixio e platô, morfotipadas de acordo com Braga-Neto (2007).

Táxon	Abundância relativa (%)	
	Baixio	Platô
<i>Mycena</i> cf. <i>longicrinita</i>	0%	<1%
<i>Marasmius</i> cf. <i>ruber</i>	<1%	<1%
<i>Marasmiellus</i> cf. <i>opacus</i>	0%	<1%
<i>Marasmiellus</i> sp. 2	0%	<1%
<i>Marasmiellus</i> sp. 4	58%	25%
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	3%	3%
<i>Marasmius</i> sp. 3	0%	38%
<i>Marasmius</i> sp. 15	3%	0%
<i>Marasmius</i> sp. 16	0%	1%
<i>Marasmius</i> sp. 18	<1%	<1%
<i>Marasmius</i> sp. 33	0%	<1%
<i>Marasmius</i> sp. 37	<1%	0%
<i>Marasmius</i> sp. 41	3%	<1%
<i>Marasmius</i> sp. 43	1%	1%
<i>Marasmius</i> sp. 51	<1%	0%
<i>Marasmius</i> sp. 52	0%	<1%
<i>Mycena</i> sp. 2	<1%	3%
Morfoespécie. 1	6%	0%
Morfoespécie. 7	<1%	0%
Morfoespécie. 10	<1%	0%
Morfoespécie. 13	<1%	0%

Morfoespécie. 14	<1%	0%
Morfoespécie. A*	0%	<1%
Morfoespécie. B*	0%	<1%
Morfoespécie. C*	0%	<1%
Morfoespécie. D*	<1%	0%
Morfoespécie. E*	3%	0%
Morfoespécie. F*	3%	0%
Morfoespécie. G*	2%	0%
Morfoespécie. H*	6%	6%
Morfoespécie. I*	0%	<1%
Morfoespécie. J*	0%	2%
Morfoespécie. K*	3%	1%
Morfoespécie. L*	<1%	<1%
Morfoespécie. M*	<1%	0%
Morfoespécie. N*	<1%	3%
Morfoespécie. O*	3%	0%
Morfoespécie. P*	1%	0%
Morfoespécie. Q*	0%	3%
Morfoespécie. R*	0%	6%
	<b>N=751</b>	<b>N=316</b>

\* morfoespécies não encontradas em Braga-Neto (2007).

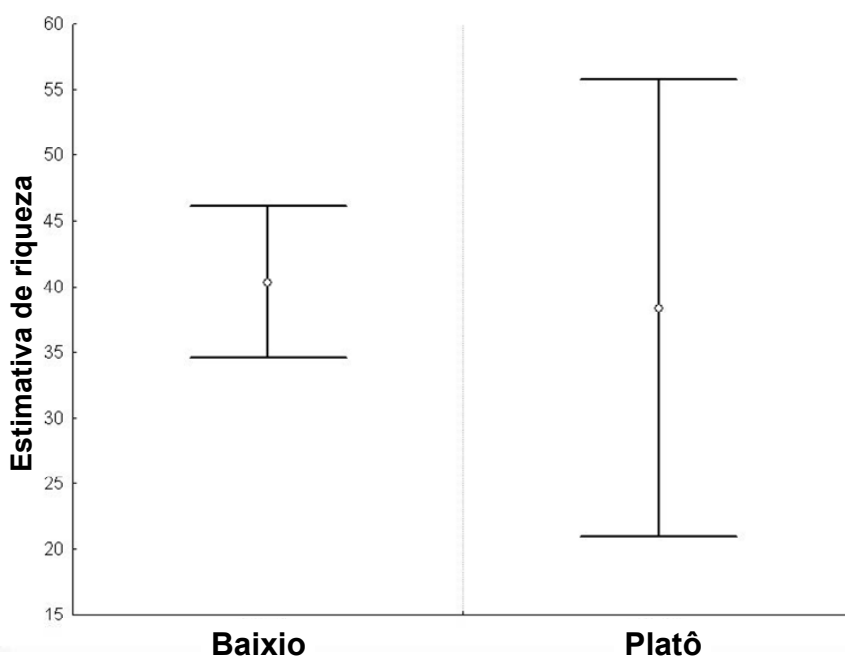


Figura 1. Estimativa de riqueza de espécies de fungos em áreas de baixo e platô. Os quadrados representam a média encontrada e as linhas indicam os intervalos de confiança a 95%.

A dominância entre os ambientes de baixo e platô morfoespécie apresentou alta dominância (58% não diferiram significativamente (Figura 2). de abundância), enquanto as demais Através da curva de dominância-diversidade apresentaram baixas abundâncias. No platô, (Figura 3) observa-se que no baixo uma duas morfoespécies apresentaram alta

dominância (38% e 25% de abundância), consideravelmente menores. enquanto as demais apresentaram abundâncias

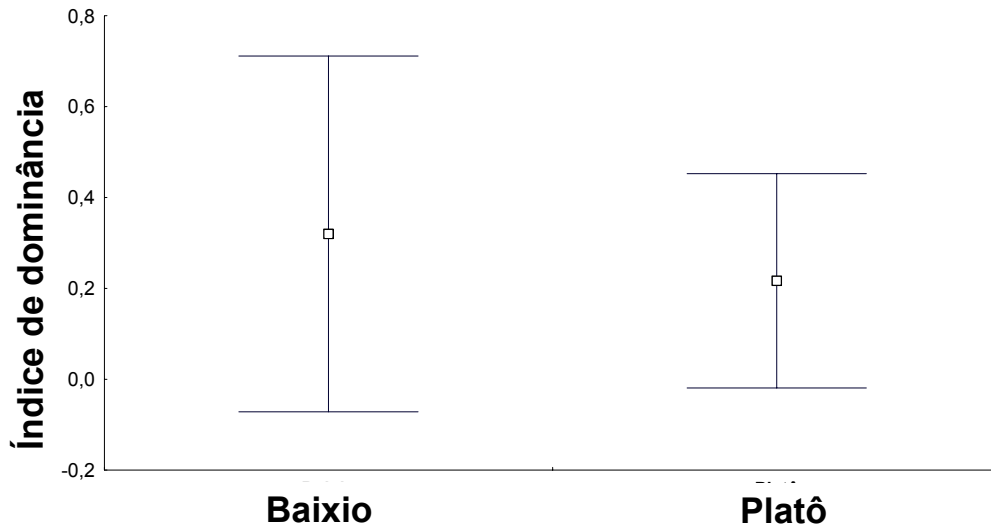


Figura 2. Índice de dominância de Simpson obtido para ambientes de baixo e platô. Os quadrados representam a média e as linhas indicam os intervalos de confiança a 95%.

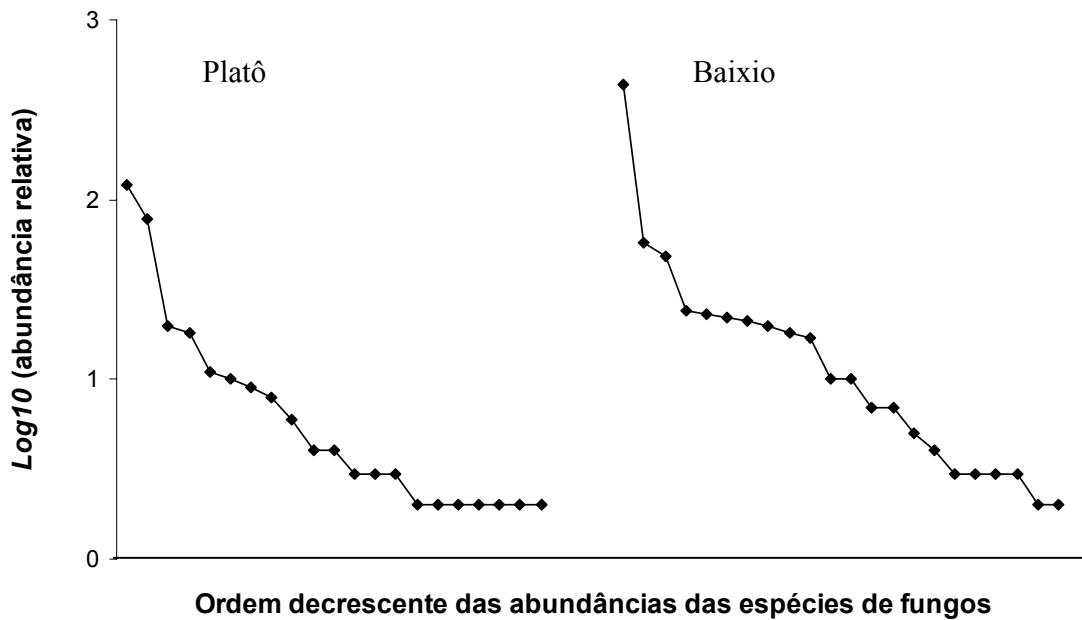


Figura 3 - Curva dominância-diversidade da comunidade de espécies de fungos dos ambientes de platô e baixo ordenada em escala logarítmica na base 10.

## Discussão

A riqueza de espécies não diferiu entre os ambientes de baixo e platô amostrados. Em um estudo com a comunidade de fungos marasmíóides na Reserva Adolpho Ducke, em Manaus, Braga-Neto (2006) encontrou maior riqueza em ambientes sobre solos arenosos, que são predominantemente ambientes de baixios. Em outro estudo desenvolvido na Amazônia Central, Souza & Aguiar (2004) identificaram 39 espécies da ordem Agaricales ao longo de uma topossequência na Reserva Egler. Esses autores encontraram diferenças significativas entre os compartimentos geomorfológicos, com 26 espécies exclusivas de platô e nenhuma espécie exclusiva de baixo. A pluviosidade é o fator determinante da entrada de umidade na serrapilheira e o aumento da precipitação encontrado por Braga-Neto (2006) na estação chuvosa foi o principal fator explicativo das diferenças encontradas na distribuição espacial dos fungos. Como a amostragem do presente estudo foi realizada na estação seca, é provável que nos ambientes de baixo e platô analisados não tenham sido encontradas diferenças consideráveis na umidade da serrapilheira, o que explicaria a inexistência de diferenças na riqueza entre os dois ambientes, que foi igual a 27 morfoespécies no baixo e 25 morfoespécies no platô.

Possivelmente, outros fatores ambientais também podem ter influenciado na conservação da umidade nos diferentes compartimentos geomorfológicos. A estrutura vertical da vegetação, por exemplo, influencia diretamente no microclima da serrapilheira em florestas tropicais (Braga-Neto, 2006). Em áreas com maior densidade de árvores emergentes ocorre um maior sombreamento, e em locais com maior abertura de dossel há maior entrada de luz (Laurance *et al.*, 1997). A abertura do dossel, assim como a altura e densidade de árvores emergentes influenciam na quantidade de luz que chega até a serrapilheira, influenciando no seu potencial hídrico. Apesar de não ter sido analisado neste estudo, é possível que a densidade de árvores de dossel tenha sido baixa nos ambientes de baixo amostrados e/ou a abertura do dossel tenha proporcionado maior entrada de luz nestes ambientes, provocando alterações no microclima deste compartimento e influenciando no estabelecimento e frutificação dos fungos marasmíóides nestes locais.

Apenas 29% das morfoespécies foram comuns aos dois compartimentos geomorfológicos amostrados, enquanto 37% só ocorreram no baixo e 34% apenas no platô. É possível que certas espécies exclusivas de baixo só ocorram neste ambiente devido à necessidade de contínua umidade para se estabelecerem, condição esta não encontrada

em outro ambiente como o platô. As espécies exclusivas de platô, diferentemente, devem apresentar uma adaptação para a menor umidade deste ambiente. Outros estudos também encontraram espécies de fungos em apenas um dos compartimentos geomorfológicos (Souza, 2002; Souza & Aguiar, 2003), porém não demonstraram as possíveis causas desta diferença.

Cabe ressaltar que é possível que as morfoespécies de fungos que não foram encontradas em um determinado ambiente podem, entretanto, estar presente nesse ambiente, mas como não produziram corpos de frutificação não foram detectadas. A observação dos corpos de frutificação é comumente utilizada para determinar a ocorrência de espécies no tempo e no espaço (Singer & Araujo, 1979; Hedger, 1985; Souza & Aguiar, 2004; Braga-Neto, 2006). No entanto, a frutificação não reflete necessariamente a atividade e a distribuição do micélio (Rayner *et al.*, 1985), e muitas vezes ocorre do fungo estar presente em um determinado ambiente mas não ser detectado por não apresentar corpos de frutificação. No Japão, a longevidade dos corpos de frutificação de fungos marasmíoides pode chegar a 17,5 dias (Yamashita & Hijii, 2004). Como os fungos produzem corpos de frutificação ao longo de todo o ano em grande abundância, é possível que com um esforço amostral distribuído ao longo do ano se possa

aumentar a detectabilidade destes organismos. Como neste estudo o esforço de amostragem foi de apenas três dias e concentrado numa única estação, os resultados refletem as características dessa comunidade em uma curta escala temporal.

A hipótese de que a dominância de fungos seria maior em ambientes de platô não foi corroborada. Tanto no platô como no baixio, apenas uma morfoespécie apresentou alta dominância. Considerando a premissa que ambientes de baixio apresentam maior umidade que ambientes de platô, era esperado que nos ambientes de platô fosse encontrado maior dominância, pois se esperaria encontrar poucas espécies adaptadas às condições de menor umidade. Braga-Neto (2006) relacionando a abundância relativa de espécies de fungos com o teor de argila do solo, não encontrou maior abundância relativa das morfoespécies em ambientes com maior porcentagem de argila. Considerando que baixios são ambientes que apresentam baixa porcentagem de argila no solo e platôs apresentam alto teor de argila, pode-se considerar que os resultados deste autor estão de acordo com os aqui apresentados, no qual não há maior abundância relativa de espécies em ambientes de platô.

Neste estudo, foi mostrado que diferentes compartimentos geomorfológicos não apresentam diferenças na riqueza e dominância



dos fungos marasmíóides. É recomendável que em estudos futuros a amostragem seja realizada em diferentes estações do ano, a fim de que as possíveis variações da umidade possam ser avaliadas, assim como outras variáveis possam ser determinadas, tais como a estrutura da vegetação e a umidade da serrapilheira.

### Agradecimentos

Há algumas pessoas que contribuíram (e muito!) para minha quebra de paradigmas e pelo meu aprendizado ao longo do curso. Primeiramente o Glauco e o Zé, que com muita paciência e boa vontade nos ensinaram mais do que é fazer ciência, mas a conviver harmoniosamente em um grupo de galerosos ao longo de 1 mês. Aos professores Adriano e Paulo De Marco Jr., que ensinaram que a estatística não é coisa do outro mundo. Aos professores Rogelio, Adriano, Marco Aurélio, Tânia, Robin, Auris, Claudia, Akama, Thiago, Adolfo, Paulo e, em especial, ao Jorge, pelos divertidos momentos de convívio e aprendizado. Aos bonitões Jujú e Dé, pelo agradável convívio e bom humor em todas as horas. Aos grandes novos amigos que pude fazer ao longo deste curso. Foram muitos momentos divertidíssimos no campo e em preparações de relatórios intermináveis rumo ao céu. E claro, aos alegres momentos de cantoria na terra firme, várzea e igapó.... que

abundância! Um agradecimento especial à Fabi pelas coletas no campo, e a Lelê e a Thaís que foram meninas super especiais que conheci aqui. Valeu a pena.

### Referências bibliográficas

- Braga-Neto, R. 2006. Diversidade e padrões de distribuição espacial de fungos de liteira sobre o solo em florestas de terra firme na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA, Manaus. 217pp.
- Braga-Neto, R. 2007. Guia de morfoespécies de fungos de liteira da Reserva Ducke. PPBio. INPA, Manaus.
- Hawksworth, D.L. & R. R. Colwell. 1992. Microbial diversity 21: biodiversity amongst micro-organisms and its relevance. *Biodiversity and Conservation*, 1: 221-226.
- Hedger, J. 1985. Tropical agarics: resource relations and fruiting periodicity, pp. 41-86. In: *Developmental biology of higher fungi* (D. Moore; L.A. Casselton; D.A. Wood & J.C. Frankland, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Laurance, W. F; S. G. Laurence; L. V. Ferreira; J. M. Rankin-de-Merona; C. Gascon & T. E. Lovejoy. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science*, 278: 1117-1118.
- Lodge, D.J. & S. Cantrell. 1995. Diversity of litter agarics at Cuyabeno, Ecuador: calibrating

- sampling efforts in a tropical rainforest. *Mycologist*, 9: 149-151.
- Lovejoy, T. E. & R. O. Bierregaard. 1990. Central amazonian forests and the minimum critical size of ecosystem project. In: Four tropical rain forests (A. H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven.
- Margurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- Rayner, A.D.M.; R. Watling & J.C. Frankland. 1985. Resource relations – an overview, pp. 1-40. In: Developmental biology of higher fungi. (D. Moore; L.A. Casselton; D.A. Wood & J.C. Frankland, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Ribeiro, J.E.L.; M.J.G. Hopkins; A. Vincentini; C.A. Sothers; M.A. Costa; J.M. Brito; M.A.D. Souza; L.H.P. Martins; L.G. Lohmann; P.A.C.L. Assunção; E.C. Pereira; C.F. da Silva; M. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke – guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA/ DFID, Manaus.
- Ricklefs, R. E. 2001. The economy of nature. W. H. Freeman and Company, New York.
- Singer, R. & I.J.S. Araujo. 1979. A comparison of litter decomposing and ectomycorrhizal Basidiomycetes in latosol-terra-firme rain forest and white podzol campinarana. *Acta Amazonica*, 9: 25-41.
- Souza, H.Q. 2002. Agaricales da Reserva Biológica Walter Alberto Egler, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado, INPA, Manaus. 173pp.
- Souza, H.Q. & I. J. A. Aguiar. 2004. Diversity of Agaricales (Basidiomycota) in the Reserva Biológica Walter Egler, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 34:43-51.
- Stark, N.M. & C.F. Jordan. 1978. Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rain forest. *Ecology*, 59: 434-437.
- Swift, M.J. 1982. Basidiomycetes as components of forest ecosystems, pp. 307-337. In: Decomposer basidiomycetes: their biology and ecology (J.C. Frankland; J. Hedger & M.J. Swift, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Vogt, K.A.; J. Bloomfield; J.F. Ammirati & S.R. Ammirati. 1992. Sporocarp production by Basidiomycetes, with emphasis on forest ecosystems, pp. 563-581. In: The fungal community (G.C. Carroll & D.T. Wicklow, eds.). Marcel Dekker, Inc., New York.
- Yamashita, S. & N. Hijii. 2004. Relationships between seasonal appearance and longevity of fruitbodies of Agaricales and meteorological factors in a Japanese red pine forest. *Journal of Forest Research*, 9: 165 – 171.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.