

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
**(Organizadores)**



# **Inovação e tecnologia nas** **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



# Inovação e tecnologia nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias / Organizadores  
Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura  
Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-724-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.243211612>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu  
(Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio  
(Organizadora). III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

O livro foi dividido em dois volumes, sendo que neste primeiro volume *“Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias”* são apresentados 21 capítulos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

O segundo volume reúne 19 capítulos com temas diversos, como a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agrônômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos também para apreciarem o segundo volume do livro.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ASPECTOS RELEVANTES DA SEMEADURA DIRETA NA QUALIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS

Maurilio Fernandes de Oliveira  
Raphael Bragança Alves Fernandes  
Onã da Silva Freddi  
Camila Jorge Bernabé Ferreira  
Rose Luiza Moraes Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116121>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO DESEMPENHO INDUSTRIAL DO ARROZ

Leomar Hackbart da Silva  
André Guilherme Ebling Trivisioi  
Paula Fernanda Pinto da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116122>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### SECAGEM NATURAL DE FRUTOS INTEIROS COMO ESTRATÉGIA DE VALORIZAÇÃO DOS DESCARTES DA PRODUÇÃO DE CAQUI

Nariane Quaresma Vilhena  
Empar Llorca  
Rebeca Gil  
Gemma Moraga  
Alejandra Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116123>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### PRODUÇÃO VERTICAL DE MELOEIRO AMARELO (*Cucumis melo* L.) COM DIFERENTES DENSIDADES EM CANTEIROS SUBTERRÂNEOS COBERTOS COM MULCHING PLÁSTICO

Manuel Antonio Navarro Vásquez  
Janeísa Batista da Silva  
Cristina Teixeira de Lima  
Edilza Maria Felipe Vásquez  
Francisco Rondinely Rodrigues Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116124>

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### EFFECT OF ALGA EXTRACT, *Ascophyllum nodosum* (L.) IN WATERMELON GROWTH

Antonio Francisco de Mendonça Júnior  
Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues  
Rui Sales Júnior  
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira

Kevison Romulo da Silva França  
Mylena Carolina Calmon de Souza Barros  
Elielma Josefa de Moura  
Milton César Costa Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116125>

**CAPÍTULO 6..... 56**

*Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae): ANÁLISE DA BIOLOGIA, ECOLOGIA E DANOS VISANDO MELHORES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Ayala de Jesus Tomazelli  
Cleone Junio Lelis Santos  
Francisco Orrico Neto  
Juliana Stracieri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116126>

**CAPÍTULO 7..... 92**

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE TRES ESPECIES DE LITSEA (LAURACEAE) EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

Claudia Yarim Lucio Cruz  
Jaime Pacheco-Trejo  
Eliazar Aquino Torres  
Judith Prieto Méndez  
Sergio Rubén Pérez Ríos  
José Justo Mateo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116127>

**CAPÍTULO 8..... 100**

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DA ORQUÍDEA *BRASSOCATTLEYA* PASTORAL ‘ROSA’

Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Amanda Lovisotto Batista Martins  
Marjori dos Santos Gouveia  
Gustavo Henrique Freiria  
Ricardo Tadeu de Faria  
André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116128>

**CAPÍTULO 9..... 106**

EFEITO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE GÉRBERA EM VASO

Amanda Lovisotto Batista Martins  
Ananda Covre da Silva  
Helio Fernandes Ibanhes Neto  
Marjori dos Santos Gouveia  
Ricardo Tadeu de Faria

André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116129>

**CAPÍTULO 10..... 113**

VALIDAÇÃO DE TÉCNICAS DE INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PARA A CULTURA DA SOJA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (ARAÇU-GO)

Ana Carolina de Souza Fleury Curado

Taís Ferreira de Almeida

Edgar Luiz de Lima

Cláudia Barbosa Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161210>

**CAPÍTULO 11..... 120**

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE MILHO

Endrio Rodrigo Webers

Emerson Saueressig Finken

Mauricio Vicente Alves

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Danni Maisa da Silva

Mastrangelo Enivar Lanzaova

Luciane Sippert Lanzaova

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161211>

**CAPÍTULO 12..... 132**

INTERAÇÕES ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ECOSSISTEMAS RIBEIRINHOS AO LONGO DO RIO-MADEIRA MAMORÉ NO MUNICÍPIO DE GUAJARÁ-MIRIM/RO

Ana Lucy Caproni

José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

Gabriel Cestari Vilardi

Mônica Gambero

Ricardo Luis Louro Berbara

Marcos Antonio Nunez Duran

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161212>

**CAPÍTULO 13..... 151**

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO CULTIVADO COM TOMATEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Marcos Filgueiras Jorge

Leonardo Duarte Batista da Silva

Dinara Grasiela Alves

Geovana Pereira Guimarães

Jane Andreon Ventorim

Antonio Carlos Farias de Melo  
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira  
Rozileni Piont Kovsky Caletti  
Jonathas Batista Gonçalves Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161213>

**CAPÍTULO 14..... 162**

EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO E DO ACÚMULO DE FITOMASSA SECA DE PLANTAS DE COBERTURA DE OUTONO/INVERNO E SEU EFEITO SOBRE O DESEMPENHO AGRONÔMICO DE SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO

João Henrique Vieira de Almeida Junior  
Guilherme Semião Gimenez  
Vinicius Cesar Sambatti  
Vagner do Nascimento  
Giliardi Dalazen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161214>

**CAPÍTULO 15..... 182**

TEORES DE MACRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

Lucio Pereira Santos  
Enilson de Barros Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161215>

**CAPÍTULO 16..... 199**

HORTALIÇAS COMO ALTERNATIVA PARA PROMOÇÃO DA BIOFORTIFICAÇÃO MINERAL

Ádila Pereira de Sousa  
Evandro Alves Ribeiro  
Heloisa Donizete da Silva  
Ildon Rodrigues do Nascimento  
Simone Pereira Teles  
Liomar Borges de Oliveira  
João Francisco de Matos Neto  
Danielly Barbosa Konrdorfer  
Regina da Silva Oliveira  
Índira Rayane Pires Cardeal  
Bruno Henrique di Napoli Nunes  
Lucas Eduardo Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161216>

**CAPÍTULO 17..... 211**

ANÁLISE DO USO DA TERRA CONSIDERANDO AS FACES DO TERRENO NA BACIA DO RIO PIRACICABA EM MINAS GERAIS

Rafael Aldighieri Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161217>

<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>219</b>
A AGRICULTURA E O CONSUMO DE ÁGUA	
Dienifer Calegari Leopoldino Guimarães	
Selma Clara de Lima	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218</a>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>226</b>
DESENVOLVIMENTO DE EMISSOR DO TIPO MICROTUBO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS	
Dinara Grasiela Alves	
Marinaldo Ferreira Pinto	
Ana Paula Alves Barreto Damasceno	
Tarlei Arriel Botrel	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219</a>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>237</b>
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE SINOP SOB DIFERENTES GENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	
Kelte Resende Arantes	
Francisco Moarcir Pinheiro Garcia ( <i>In Memoriam</i> )	
Roselene Maria Schneider	
Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes	
Milene Carvalho Bongiovani	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220</a>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>250</b>
USO DE MICROORGANISMOS COMO FERRAMENTA NA MELHORIA DE EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	
Vander Bruno dos Santos	
Eduardo Medeiros Ferraz	
Carlos Massatoshi Ishikawa	
Fernando Calil	
Marcos Aureliano Silva Cerqueira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221">https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>269</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>270</b>

## INTERAÇÕES ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ECOSISTEMAS RIBEIRINHOS AO LONGO DO RIO-MADEIRA MAMORÉ NO MUNICÍPIO DE GUAJARÁ-MIRIM/RO

Data de aceite: 01/12/2021

<http://lattes.cnpq.br/1682667056550443>

### Ana Lucy Caproni

Universidade Federal de Rondônia  
Departamento Acadêmico de Ciências Sociais  
e Ambientais  
Guajará-Mirim – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/5421800893110954>

### José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

Universidade Federal de Rondônia  
Departamento Acadêmico de Ciências Sociais  
e Ambientais  
Guajará-Mirim – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/5859580975436668>

### Gabriel Cestari Vilardi

Universidade Federal de Rondônia  
Departamento Acadêmico de Ciências Sociais  
e Ambientais  
Guajará-Mirim – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/9911642960012466>

### Mônica Gambero

Núcleo de Gestão Integrada - ICMBio Guajará-  
Mirim (NGI-ICMBio Guajará-Mirim)  
Guajará-Mirim - Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/0236730029003104>

### Ricardo Luis Louro Berbara

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia  
<http://lattes.cnpq.br/8529910145308595>

### Marcos Antonio Nunez Duran

Universidade Federal de Rondônia  
Estudante do Departamento Acadêmico de  
Ciências Sociais e Ambientais  
Guajará-Mirim – Rondônia

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar as comunidades dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) presentes em Sistemas Agroflorestais e em Floresta Natural ribeirinhos, alagáveis, ao longo do Rio Madeira-Mamoré no município de Guajará-Mirim/RO. Coletaram-se, aleatoriamente, 10 amostras simples de terra, em quatro sistemas agroflorestais (SAFs) e uma mata natural no período seco do ano (set/2019). Foram avaliadas a riqueza de espécies de FMAs e densidade dos esporos; a frequência de ocorrência de espécies; os índices de diversidade de Shannon-Wiener e de dominância de Simpson. A riqueza de espécies de FMA variou entre os SAFs e a mata natural, de 16 a 19 espécies. A média dos esporos dos FMAs diferiu significativamente entre os SAFs e a mata natural, sendo que somente um dos SAFs foi superior aos demais sistemas. As espécies dominantes de FMAs foram *Glomus macrocarpum* e *Acaulospora scrobiculata*; o índice de diversidade de Shannon indicou que os SAFs e a mata natural apresentam estabilidade ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diversidade de espécies; ecossistema ripário; qualidade do solo.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to identify and analyze the communities of the FMAs present in the soils in floodplain agroforestry and natural forest systems, along the Madeira-Mamoré River in the municipality of Guajará-Mirim / RO. 10 simple samples of soil were collected at

random from four SAFs and a natural forest in the dry period of the year (Sep / 2019). The richness of AMF species and spore density were evaluated; the frequency of occurrence of species; Shannon-Wiener diversity and Simpson dominance indices. FMA species richness varied between SAFs and natural forest from 16 to 19 species. The average spore of the FMAs differed significantly between the SAFs and the natural forest, with only one of the SAFs being superior to the other systems. The dominant FMA species were *Glomus macrocarpum* and *Acaulospora scrobiculata*; Shannon's diversity index indicated that SAFs and natural forest have environmental stability.

**KEYWORDS:** Diversity of species; riparian ecosystem; soil quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

Neste trabalho identificaram-se e analisaram-se as comunidades dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) presentes em ecossistemas agrofloretais e em floresta natural ribeirinhos, alagáveis, ao longo do Rio Madeira-Mamoré nas imediações da cidade de Guajará-Mirim/RO.

Os FMAs existem há mais de 400 de anos, e o caráter mutualista dos mesmos contribuiu para a sobrevivência e evolução das plantas terrestres e dos fungos, pois o fungo simbiote aumenta a capacidade da planta em absorver nutrientes do solo, favorecendo sua nutrição, enquanto a planta fornece fotossintatos para o fungo que é incapaz de realizar fotossíntese (HARLEY; SMITH, 1983). Segundo os mesmos autores estes fungos se desenvolvem inter e intracelularmente no córtex das raízes da maioria das plantas terrestres. Estes fungos têm grande importância pela sua ocorrência na maioria das plantas superiores, o que sugere relevante papel no desenvolvimento e manutenção das comunidades vegetais (SILVEIRA, 1992).

A importância dos FMAs está, principalmente, na nutrição das plantas quando em solos deficientes de nutrientes e em plantas com alta dependência micorrízica, sendo o mais importante benefício, o aumento da absorção do fósforo (P) (COSTA, 2010). Como nas regiões tropicais, os solos são constituídos de baixos níveis de P, as associações destes fungos devem ser bem estudadas, pois, segundo Sieverding (1991), o melhor entendimento das espécies e absorção de nutrientes podem ajudar na economia dos gastos com insumos agrícolas; principalmente em produção agrícola no Sistema Agroflorestal ao longo de rios sujeitos a alagamentos.

O conhecimento das espécies e da dinâmica dos organismos do solo em sistemas agrofloretais e matas naturais é uma ferramenta muito útil para determinar a qualidade dos sistemas de produção agrícola e florestal no estado de Rondônia. O equilíbrio entre a vegetação e o componente biológico do solo é essencial para a manutenção de sua fertilidade, possibilitando a ciclagem dos nutrientes por meio da decomposição de detritos orgânicos e dos processos biogeoquímicos. Este equilíbrio é observado em Sistemas Agroflorestais.

Conforme o Centro Mundial Agroflorestal (The World Agroforestry Centre (s/d), citado por PALUDO; COSTABEBER, 2012), os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas de produção agrícola que consorciavam espécies florestais (frutíferas e/ou madeiras) com cultivos agrícolas e em alguns casos também animais, na mesma área e numa sequência temporal. Este tipo de produção se torna favorável tanto ao extrato verde (diversidade de plantas) quanto ao extrato marrom (diversidade de espécies no solo), levando assim a uma maior diversidade e economia de insumos agrícolas. A economia está pautada no fato de que a diversidade da vegetação nos SAFs atua na fertilidade da camada superficial do solo, na manutenção dos teores de estoque de carbono do solo, no incremento nos teores de N no solo, na proteção e conservação do solo (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1997; RIBEIRO et al., 2019). No entanto, para o entendimento da sua dinâmica, torna-se necessário a identificação dos componentes da vegetação e dos organismos do solo nos seus diferentes habitats.

É essencial o conhecimento dos efeitos das espécies florestais e das espécies cultivadas em SAFs ao longo dos rios, que agem na dinâmica das populações dos FMAs nos solos, devido às transformações que esses microrganismos promovem, influenciando a estabilidade dos ecossistemas contendo SAFs cultivados nas adjacências dos rios. É possível que nos ecossistemas com SAFs em áreas com potencial de alagamentos haja uma redução na abundância de espécies de FMAs, sendo que a alta diversidade de espécies destes organismos do solo é considerado como um dos fatores responsáveis pelo aumento do crescimento e na manutenção na diversidade das plantas, principalmente na manutenção dos ecossistemas ribeirinhos.

O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar as comunidades dos FMAs presentes nos solos sob Sistemas Agroflorestais e Floresta Natural ribeirinhos ao longo do Rio Madeira-Mamoré no município de Guajará-Mirim/RO.

## 2 | MATERIAL E MÉTODO

As áreas estudadas estão localizadas no Município de Guajará-Mirim/RO e situadas próximos ao Rio Madeira-Mamoré no entorno da cidade, onde foram analisadas as amostras de terra provenientes dos sistemas agroflorestais e de floresta natural ripária. Como o cultivo de bananeiras faz parte da economia da região, este trabalho foi realizado com a amostragem de solos nas regiões próximas das raízes de bananeira.

As coletas das amostras de terra, para análises dos FMAs foram coletadas em parcelas de 100 m<sup>2</sup> em cada um dos SAFs e de floresta ripária, em setembro de 2019 (período seco). Foram retiradas 10 amostras simples aleatoriamente, em cada SAF e mata ripária, com a utilização de um trado com capacidade de 500 mL, na profundidade de 0 a 20 cm. Durante as coletas das amostras de terra a cobertura vegetal dominante foi identificada com nomes populares e posteriormente a nível de gênero. As amostras de terra foram

homogeneizadas, secadas à sombra e armazenadas a 10°C até o seu processamento em laboratório para a avaliação dos FMAs.

## 2.1 Avaliação dos esporos

Os esporos foram extraídos de 100 mL das amostras de terra pela técnica de peneiramento em via úmida (GERDEMANN; NICOLSON, 1963), seguindo-se centrifugação com sacarose 50% (V:V). Após a contagem, os esporos foram agrupados pelo tamanho, cor e forma, colocados em lâminas com álcool polivinil em lactoglicerol (PVLG) sob uma lamínula e um segundo grupo foram montados com PVLG + reagente de Melzer (1:1), sob outra lamínula, onde foram então identificados e contados por espécie.

A identificação das espécies de FMAs foi feita segundo Schenck e Perez (1988) e conforme descrição morfológica disponível na internet na página da International Culture Collection of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (<http://invam.wvu.edu>), (<http://www.zor.zut.edu.pl/>) e outras fontes bibliográficas.

A densidade (D) dos FMAs foi estimada através do número de esporos em 100 mL de terra e a densidade de cada espécie de FMAs ( $D_i$ ), como sendo a relação entre o número de esporos de determinada espécie por 100 mL de terra. As diferenças nas densidades entre o número total de esporos e o de espécies, entre as épocas de amostragens e as áreas amostradas, foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A frequência de ocorrência de cada espécie ( $F_i$ ) foi calculada em cada época de amostragens (seca e chuvosa) (BROWER et al., 1990), de acordo com a equação  $F_i = J_i / K$ , onde  $F_i$  = Frequência de ocorrência da espécie  $i$ ;  $J_i$  = Número de amostras nos quais a espécie  $i$  ocorreu e  $k$  = Número total de amostra.

## 2.2 Análise dos dados

Os dados obtidos das contagens e identificações dos FMAs foram avaliados quanto a abundância da comunidade (número de indivíduos de espécies) Pielou (1987) e Brower; Zar; Von Ende (1990), índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) conforme descrito por Pielou (1987) e Brower; Zar; Von Ende (1990) e índice de Dominância de Simpson ( $D$ ), conforme descrito por Pielou (1987).

Para a análise dos dados foram utilizados os softwares DivEs e ASSISTAT.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os SAFs e a mata natural estudados são de propriedades de pequenos produtores rurais. Nesses, onde foram coletadas amostras de terra, foram também identificados os gêneros dominantes da vegetação conforme consta no Quadro 1.

A floresta natural está preservada há mais de 40 anos e é uma área que sofre alagamentos todos os anos, inclusive é uma área que foi totalmente submersa no ano de

2014 por aproximadamente cinco meses. O solo é considerado arenoso e a camada de matéria orgânica ainda está em recomposição (Figura 1) e há presença de uma grande quantidade de cipós (Figura 2). O número de espécies da vegetação dominante ainda é escasso.

Sistemas Agroflorestais em áreas alagáveis	Composição
Sistema Agroflorestal (JP)	Sistema Agroflorestal cultivado há mais de 12anos. A área conta com plantações de maracujá ( <i>Passiflora</i> sp.), melancia ( <i>Citrullus</i> sp.), banana ( <i>Musa</i> sp.), batata doce ( <i>Ipomoea</i> sp.), abacaxi ( <i>Ananas</i> sp.), limão ( <i>Citrus x limon</i> ) e algumas espécies nativas invasoras não identificadas. O controle das invasoras é realizado através de roçada manual.
Sistema Agroflorestal (GZ)	Sistema Agroflorestal cultivado há mais de 10 anos, e conta com a plantação de banana ( <i>Musa</i> sp.) e mamão ( <i>Carica</i> sp.) todas sem espaçamento definido. Existem algumas espécies não identificadas que fazem parte das plantas invasoras. O controle das invasoras é realizado através de roçada manual.
Sistema Agroflorestal (AM)	Sistema Agroflorestal cultivado há mais de 10 anos. Contendo banana ( <i>Musa</i> sp.), mamão ( <i>Carica</i> sp.), ingá ( <i>Inga</i> sp.), manga ( <i>Mangifera</i> sp.) sem espaçamento definido, e algumas espécies nativas invasoras não identificadas. O controle das invasoras é realizado através de roçada manual.
Sistema Agroflorestal (BD)	Sistema Agroflorestal cultivado há mais de 20 anos contendo banana ( <i>Musa</i> sp.), goiaba ( <i>Psidium</i> sp.), graviola ( <i>Annona</i> sp.), limão ( <i>Citrus x limon</i> ), hortelã pimenta ( <i>Plectractus</i> sp.), sem espaçamento definido. O controle das plantas invasora é realizado através de roçada manual.
Mata Natural	Área de mata preservada as margens do rio madeira Mamoré, contém os gêneros dominantes, tais como Cedro ( <i>Cedrela</i> sp.), goiaba do mato castanha ( <i>Bertholletia</i> sp.), imbaúba ( <i>Cecropia</i> sp.), ingá do mato ( <i>Inga</i> sp.), eliconia amarela ( <i>Heliconia</i> sp.), paineira ( <i>Ceiba</i> sp.), palmeiras, samambaias, costela-de-adão ( <i>Philodendro</i> sp.), várias espécies de cipós, dentre outras espécies nativas não identificada.

Quadro 1 - Gêneros dominantes identificados nos Sistemas Agroflorestais e Mata Natural, em áreas alagáveis, no município de Guajará-Mirim/RO.



Figura 1 – Solo da mata natural.



Figura 2 – Cipós pendentes

Embora a quantificação dos esporos de FMAs seja uma importante ferramenta para estudos do estoque de Carbono (C) no solo, Braghirolli et al. (2012) enfatizam que os esporos não tem sido medido adequadamente. Segundo estes autores os esporos produzidos pelos FMAs variam de tamanho em média de 45–50 até 700  $\mu\text{m}$  de diâmetro; sua quantidade no solo também é variável e influenciada por fatores como planta hospedeira, sazonalidade e tipo de solo. De acordo com Siqueira; Colozzi-Filho; Oliveira (1989), encontrara-se, em média, 44 e 71 esporos/50 mL para ecossistemas não cultivados e agrossistemas, respectivamente. Em trabalho realizado por Santos et al. (2019), em solos sob pastagens e florestas naturais no município de Guajará-Mirim/RO, encontraram uma variação de 304 a 2015 esporos por 100 mL de amostras de terra.

A densidade média dos esporos dos FMAs diferiu significativamente entre os sistemas agroflorestais e a mata natural nas áreas alagáveis para as coletas de amostras de terra em setembro de 2019 ( $P>0,05$ ) (Figura 3). O SAF BD apresentou média de esporos superior aos demais sistemas e de mata natural. Este sistema está situado nas margens do rio madeira Mamoré e se apresenta com o solo arenoso e pobre e matéria orgânica (superfície do solo desnuda de serrapilheira). Após a enchente de 2014 a bananeira e as demais plantas cultivadas no SAF apresentaram baixo desenvolvimento e baixa produção, em relação aos anos anteriores à enchente de 2014, porque a enchente levou toda a matéria orgânica com as correntezas do rio. Neste SAF a produção é diversificada, os tratos culturais são realizados manualmente (Quadro 1) e as amostras de solo foram realizadas no sistema radicular das bananeiras, por ser esta uma cultura primordial na região. É possível que o solo arenoso, com características de mata ciliar associado à falta de nutrientes neste sistema levou ao aumento das associações micorrízicas e maior produção de esporos, como resposta à necessidade da planta às associações em conseguir se nutrir mais adequadamente. Já a baixa produção de esporos na mata ciliar pode ser caracterizada pela maior estabilidade do solo, com menores necessidades de associações micorrízicas, em relação aos SAFs que sofrem maior estresse devido ao manejo e à baixa fertilidade.

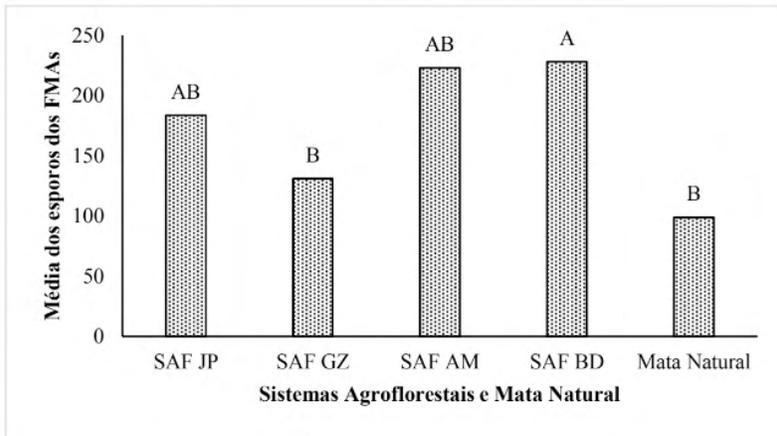


Figura 3 – Média dos esporos de FMAs, em 100 mL de amostras de terra coletadas em setembro de 2019, nos Sistemas Agroflorestais implantados em Terra Alagáveis e Mata Natural ao longo do Rio Madeira Mamoré, no município de Gujará-Mirim/RO. (Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si nos Sistemas Agroflorestais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Observou-se também no SAF BD, que apesar de haver baixo desenvolvimento e baixa produção de frutos as plantas se apresentavam sadias. Neste sentido, é possível que os FMAs estejam contribuindo para a proteção das plantas com suas associações. Nidheesh et al. (2018), com suporte em outros autores, afirmam que as associações micorrízicas em solos com baixo teor de nutrientes reduzem os efeitos adversos dos nematoides e parasitas da banana, ainda tornando a cultura tolerante ao estresse hídrico e a salinidade.

A coleta das amostras de terra foi realizada durante o período seco, o qual há vários relatos que neste período é comum haver maior esporulação dos FMAs nas diferentes culturas tanto agrícolas quanto florestais. Os resultados deste trabalho estão de acordo com outros pesquisadores, onde a cobertura vegetal, a fertilidade do solo e o clima podem apresentar influências sobre a esporulação das comunidades dos FMAs. Como exemplo pode-se citar o trabalho realizado por Caproni et al. (2001), onde a produção de esporos durante o período seco foi maior do que no período chuvoso em áreas de florestas em recuperação no município de Porto Trombetas/PA. Normalmente, a densidade de esporos varia com as estações do ano, conforme Fernandes (2016) a população de FMAs está mais relacionada a fatores edáficos, climáticos e de plantas por promover influência em sua distribuição e ocorrência. Leal et al. (2013) observaram que há aumento na densidade de esporos no solo quando a vegetação de mata é substituída. Rocha (2017) concluiu em seu trabalho que a situação de conversão de área florestal para o cultivo agrícola estimula a multiplicação do FMAs.

A média das espécies não diferiu entre si nos SAFs e na mata natural ( $P \geq 0,05$ ) (Figura 4). Observou-se um baixo número de espécies de FMAs nos sistemas estudados. Estes resultados podem estar relacionados à ausência de espécies hospedeiras, o

que também limita a presença de FMAs, como tem sido observado em outros estudos (CUENCA; ANDRADE; ESCALANTE, 1998). Em áreas muito antropizadas ou com alto nível de estresse associado à ausência de plantas hospedeiras, à perturbação do solo, a baixa capacidade de retenção de água no solo podem ser fatores primordiais capazes de destruir grande parte da biodiversidade dos FMAs locais. Associado a estes fatores ainda temos os problemas do carreamento dos materiais orgânicos e dos elementos essenciais para a nutrição das plantas, pelas correntezas do rio madeira Mamoré durante a cheia de 2014, que ainda traz problemas aos produtores locais até os momentos atuais. As poucas espécies dos FMAs nos SAFs pode ser consequência da dispersão das áreas de mata natural adjacente, que também se apresenta com baixa densidade de esporos. Allen (1991) sugere que os FMAs podem ser dispersados via animais, vento ou agentes de erosão. Entretanto, outros mecanismos de dispersão não possam ser descartados, porém com pequena contribuição (LOREE; WILLIAMS, 1987).

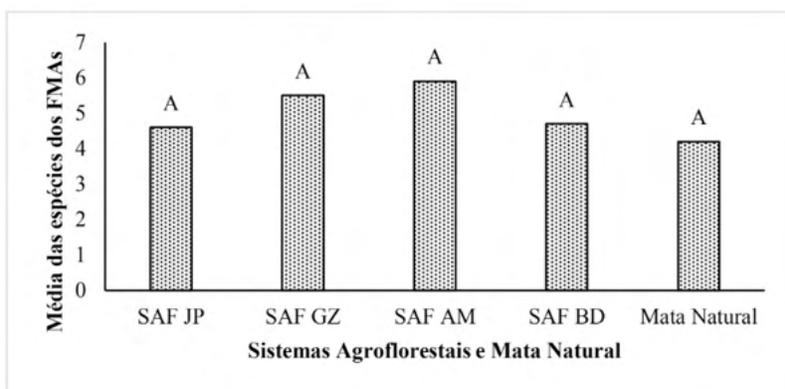


Figura 4 – Média das espécies dos FMAs, em 100 ml de amostras de terra coletadas em setembro de 2019, nos Sistemas Agroflorestais implantados em Terra Alagáveis ao longo do Rio Madeira Mamoré, no município de Gujará-Mirim/RO. (Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si nos Sistemas Agroflorestais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

A média das espécies dos FMAs da mata natural apresentou comportamento similar aos das áreas de SAFs (Figura 4). Observou-se uma tendência de maior número de espécies nos SAF AM, que pode estar relacionada ao tipo de manejo e a presença de plantas invasoras na época da coleta das amostras de terra, mantendo assim um maior número de espécies de FMAs esporulando. Pelo fato das plantas formarem micorrizas arbusculares (SIEVERDING, 1991), há um favorecimento da colonização e esporulação, já que a esporulação é dependente da colonização das raízes (CAPRONI et al., 2018). Em outros trabalhos é comum encontrar número de espécies significativamente superior na mata natural no período seco ou não apresentar diferenças significativas no período chuvoso (CAPRONI et al., 2001). No entanto Leakey (2014), observou que muitos estudos

com o levantamento das espécies dos FMAs em agroecossistemas, constataram que os SAFs mantêm um nível de biodiversidade consideravelmente maior do que outros sistemas agrícolas, mas geralmente um pouco menor que o da floresta natural, o que não ocorreu com os sistemas de mata natural ribeirinhos ao longo do rio Madeira-Mamoré. Este autor enfatiza que as agroflorestas fornecem habitat adequado para espécies dependentes da floresta e, portanto, na maioria dos casos, são importantes para a conservação da vida selvagem. Importante também é mencionar que os FMAs podem ser também dependentes do tipo de cobertura vegetal e do manejo da vegetação (SOUZA et al., 2010), o que já foi demonstrado por outros pesquisadores (SANTOS et al., 2019).

Neste levantamento foram encontradas um total de 33 espécies, sendo que sete espécies ocorreram em todos os sistemas estudados (*Acaulospora mellea*, *A. morrowiae*, *A. scrobiculata*, ENI (espécie não identificada), *Glomus macrocarpum*, *Scutellospora calospora* e *Scutellospora* sp1) (Tabela 1). Enquanto que outras quatro espécies (*Acaulospora tuberculata*, *Gigaspora decipiens*, *G. microagregatum*, *Paraglomus brasilianum*) foram encontradas em quatro sistemas estudados. As demais espécies foram encontradas em três sistemas ou menos, porém, nenhuma das espécies tiveram frequência de ocorrência em 100% das amostragens de terra (Tabela 2). Considerando que foi amostrada a cultura da banana dentro de SAFs com cultivos diferentes culturas, no município de Guajará-Mirim, o número de espécies encontradas foi maior do que o encontrado por Jefwa et al. (2012) com 22 espécies em cultivo convencional de banana. O número de espécies de FMAs identificadas é bastante variável nos ecossistemas do país, como por exemplo em trabalhos de identificação de espécies de FMAs realizados por Carneiro et al. (2015), em Campus dos Murundus no estado de Goiás, contabilizaram 21. O número de espécies dos FMAs identificados no ecossistema de mata nativa (16 espécies) neste trabalho, foi maior do que aquela encontrada por Santos et al. (2013) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Montana (15 espécies) e plantio de eucalipto no sul da Bahia. E foi menor que os encontrados por Caproni (2001) em solos de mata nativa natural e em solos recuperados com vegetação nativa após mineração de bauxita no estado do Pará.

A composição das espécies dos FMAs, em determinadas épocas, pode estar associada às diferentes espécies da vegetação local às quais possuem diferentes suscetibilidade de associação (ALLEN, 1991) favorecendo ou não a esporulação de cada espécie. Podendo também estar associadas às propriedades químicas e físicas do solo e climáticas com diferentes graus de afinidade (SMITH; READ, 1997), à planta hospedeira através de sinalizadores moleculares (VIERHEILIG; LERAT; PICHE, 2003) e a espécies que esporulam e que não esporulam em alguma época do ano.

O maior número de espécies de FMAs são do gênero *Acaulospora* (9) e *Glomus* (8) conforme mostra a Tabela 1. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Gomide et al. (2014), onde nas fitofisionomias estudadas no pantanal da Nhecolândia/MS, independentemente da época de amostragem, a maior proporção de espécies pertenceu

aos gêneros *Acaulospora* e *Glomus*. Nidheesh et al. (2018) encontraram estes gêneros em maior frequência nos plantios de banana. Jefwa et al. (2012) encontraram os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* com a dominância de 56,9% e 36,8%, respectivamente, com a presença de propágulos infectivos em plantios convencionais de banana no distrito de Maragua, próximo à capital do Quênia, na África. Stümer (1999); Caproni (2003); Silva et al. (2017) afirmam que as espécies do gênero *Acaulospora* são mais frequentes em solos ácidos, seguido do gênero *Glomus*. Sendo uma das explicações a adaptabilidade destes gêneros nos solos estudados, ou segundo Benedetti et al. (2005), por suportarem grandes variações de pH do solo. Outra explicação para o fato de haver maior predominância dos gêneros *Acaulospora* e *Glomus* é que o maior número de espécies identificadas até o momento pertence a estes gêneros, conforme relatado por Souza; Silva; Barbara (2008).

As espécies *Acaulospora mellea*, *A. morrowiae*, *A. scrobiculata*, ENI (espécie não identificada), *Glomus macrocarpum*, *Scutellospora calospora* e *Scutellospora* foram encontradas nos SAFs e na mata natural. Algumas destas espécies de FMAs foram constatadas como espécies comumente encontrada em vários ecossistemas diferentes, como no trabalho realizado por Costa et al. (2016) identificaram *A. morrowiae* e *S. calospora* em ecossistemas rupestrianos no estado de Minas Gerais. Jefwa (2012) identificaram *A. scrobiculata* como dominante e uma pequena representação do gênero *Scutellospora* em rizosfera de bananeira. Assis et al. (2014) encontraram as espécies *A. scrobiculata*, *G. macrocarpum* e *C. etunicatum* em sua pesquisa em todas as suas áreas estudadas. O número de esporos de *A. scrobiculata* variou de 44 a 599, enquanto que Stürmer e Bellei (1994) encontraram 160 esporos diretamente coletados do campo em período seco. Caproni et al. (2003) encontraram esporos de *Acaulospora mellea*, *A. morrowiae*, *A. scrobiculata* apresentando frequência de ocorrência entre 25 e 64% no período seco, em ecossistemas de mata natural no município de Porto Trombetas no Pará.

Destacou-se na frequência de ocorrência (Tabela 2) as espécies *Acaulospora scrobiculata* (presente em 68% das amostras dos solos) e *Glomus macrocarpum* (presente em 60% das amostras dos solos), seguido das espécies *Gigaspora decipiens* (38%), *Scutellospora* sp1 (34%), *Glomus microagregatum* (32%), *Scutellospora calospora* (32%) e *Acaulospora morrowia* (30%). Jefwa et al. (2012) também encontraram *A. scrobiculata* com uma alta frequência de ocorrência em plantio de bananeira na África e Melo et al. (1997), encontraram *A. scrobiculata* em alta frequência de ocorrência em rizosfera de bananeira e mencionam em seu trabalho a presença desta espécie em vários ecossistemas brasileiro. A espécie *G. macrocarpum* é comumente encontrada por outros pesquisadores como Santos; Scoriza; Ferreira (2013) em três diferentes coberturas florestais. Em um estudo feito por Miranda; Silva; Saggini-Junior (2010), a espécie *G. macrocarpum* também teve alta frequência de ocorrência e dominância na maioria das áreas amostradas, sugerindo estar associada a presença de gramíneas, tendo alta afinidade desta espécie com a planta nas condições edafoclimáticas locais. Estes mesmos autores enfatizam que a espécie *G.*

*macrocarpum* é uma espécie que se adapta em áreas com diferentes graus de perturbação. A alta frequência e a alta densidade desta espécie indicou para Caproni et al. (2003) uma alta capacidade de esporulação ou alta adaptabilidade à região e em situações iniciais independentes das condições climáticas.

Algumas espécies de *Acaulospora* têm sido encontradas com alta frequência de ocorrência. Siqueira; Colozzi-Filho; Oliveira (1989) encontraram *Acaulospora morrowiae*, durante o verão em vários ecossistemas do estado de Minas Gerais, com elevada frequência de ocorrência (acima de 90%). Carrenho (1998) encontrou *Acaulospora foveata*, com uma frequência de ocorrência de 30%, em um solo cultivado com milho. Foi relatada também em um solo florestal por Klironomos et al. (1998), com mais de 95% da população total dos esporos, sendo negativamente correlacionada com o pH, mostrando uma tendência de sua preferência a solos mais ácidos. Já *A. scrobiculata* indicou maior ocorrência em um solo com pH entre 6 a 8,8 (62 a 87% de frequência de ocorrência) revegetados pós mineração de carvão no Norte da Índia (Mehrotra, 1998) do que em solos com pH entre 3,6 a 4,5 (4 a 25% de frequência de ocorrência).

O gênero *Entrophospora* foi representado por somente uma espécie na mata natural, a qual não foi possível a identificação e apresentou com uma frequência de ocorrência de 2%. Espécies deste gênero foi identificada por Caproni et al. (2001) em frequência de ocorrência de 25% no período seco em ecossistemas de mata natural e em recuperação. Espécies deste gênero tem sido relatada como de ocorrência equatorial, e em solos perturbados e revegetados (Cuenca; Andrade; Escalante, 1998), tendo ainda ampla distribuição nos ecossistemas brasileiros (Siqueira; Colozzi-Filho; Oliveira, 1989; Carrenho, 1998; Martins et al., 1999). Segundo Mehrotra (1998) esta espécie apresenta maior esporulação em solos ácidos que neutros ou alcalinos.

Das espécies do gênero *Gigaspora*, *G. decipiens* apresentou frequência de ocorrência de 38%. Não foi encontrado indicações em literatura sobre a sazonalidade desta espécie, mas foi citada por Clark (1997) como uma espécie comum de solos ácidos da América do Sul, tendo baixa esporulação em solos com pH 4,5 e alta em pH 5,5. Já *Gigaspora rosea* apresentou frequência de ocorrência de 2%. Este gênero é mencionado por outros autores como indiferentes às variações sazonais e com baixa produção de esporos na maioria dos ecossistemas (ABBOT; ROBSON, 1991).

Foram encontradas, no período seco, 8 espécies do gênero *Glomus*. Esporos de *Glomus ambisporum*, *G. macrocarpum*, *G. microagregatum*, *G. (sp1, sp2 e sp3)*, *G. tenebrosus*, *G. tortuosum*. A espécie *Glomus macrocarpum* foi identificada nos SAFs e na mata natural. Esta grande frequência de ocorrência alta densidade desta espécie dá uma indicação de maior adaptação às variações ambientais do que as demais espécies. Segundo Caproni et al. (2003), o ambiente de baixo pH, baixo conteúdo de P e baixo conteúdo de matéria orgânica pareceu favorecer a esporulação e ocorrência desta espécie, embora outros fatores como a biota do solo e clima da região, também devem

ter influenciado. É importante conhecer mais detalhadamente a ecologia desta espécie de FMA, pois apresenta potencial para adaptação em programas de recuperação de áreas degradadas.

*Scutellospora calospora* e *Scutellospora* sp1 ocorreram nos SAFs e na mata natural, porém com baixa frequência de ocorrência (Tabelas 1 e 2). As espécies do gênero *Scutellospora* apresentaram boa relação entre frequência de ocorrência e densidade relativa de esporos, mas nem sempre isto ocorre. Quando ocorre a falta de relação entre frequência de ocorrência e abundância de esporos pode ser indicativo de distribuição espacial desuniforme dos esporos no solo (TEWS; KOSKE, 1986).

ESPÉCIES	SAF JP	SAF AB	SAF AM	SAF BD	Floresta Natural
<i>Acaulospora colossica</i> P.A. Schultz, Bever & J.B. Morton (1999)	6	0	0	0	0
<i>Acaulospora</i> sp1	0	0	0	0	23
<i>Acaulospora</i> sp2	7	2	0	0	314
<i>Acaulospora laevis</i> Błaszk. (1995)	0	12	0	0	33
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck (1984)	94	4	42	9	78
<i>Acaulospora morrowiea</i> Spain & N.C. Schenck (1984) [as 'morrowae']	49	91	10	34	98
<i>Acaulospora rehmi</i> Sieverd. & S. Toro (1987)	15	13	28	0	0
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe (1977)	307	550	599	542	44
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe (1982)	43	46	0	345	0
<i>Ambispora brasiliensis</i> (B.T. Goto, L.C. Maia & Oehl) C. Walker, M. Krüger & A. Schübler (2011)	0	0	6	0	13
<i>Ambispora callosa</i> (Sieverd.) C. Walker, Vestberg & Schuessler	6	0	0	0	0
<i>Ambispora leptoticha</i> C. Walker, Vestberg & Schuessler (2007)	0	0	0	0	43
ENI	19	6	65	28	116
<i>Entrophospora</i> sp1	0	0	0	0	39
<i>Funneliformis geosporum</i> C. Walker & Schuessler (2010)	0	0	0	44	0
<i>Gigaspora decipiens</i> I.R. Hall & L.K. Abbott (1984)	519	24	75	38	0
<i>Gigaspora rosea</i> T.H. Nicolson & N.C. Schenck (1979)	0	6,4	0	0	0
<i>Glomus ambisporum</i> G.S. Sm. & N.C. Schenck (1985)	0	0	0	38	0
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & C. Tul. (1845)	502	57	135	379	172
<i>Glomus microagregatum</i>	41	183	915	224	0
<i>Glomus</i> sp1	28	0	263	0	0
<i>Glomus</i> sp2	11	0	0	0	0
<i>Glomus</i> sp3	0	0	0	52	0
<i>Glomus tenebrosum</i> (Thaxt.) S.M. Berch	0	0	8	0	0
<i>Glomus tortuosum</i> Błaszk. & Chwat (2013)	0	47	0	0	0

<i>Kuklospora colombiana</i> (Spain & N.C. Schenck) Kaonongbua, J.B. Morton & Bever (2010)	0	15	31	0	25
<i>Paraglomus brasilianum</i> J.B. Morton & D. Redecker (2001)	0	11	15	12	23
<i>Paraglomus occultum</i> (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker	0	40	0	34	0
<i>Scutellospora calospora</i> C. Walker & F.E. Sanders (1986)	73	51	27	100	11
<i>Scutellospora cerradensis</i> Spain & J. Miranda (1996)	0	15	0	99	0
<i>Scutellospora</i> sp1	122	167	40	52	4
<i>Scutellospora</i> sp2	0	0	0	9	0
<i>Scutellospora weresubiae</i> Oehl, F.A. Souza & Sieverd. (2008)	0	0	12	0	21
<b>NÚMERO DE ESPÉCIES</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>16</b>

Tabela 1 - Densidade dos esporos das espécies de FMAs em 100 mL das amostras de terra coletadas em setembro/2019 (período seco) nos Sistemas Agroflorestais e em Mata Natural, em áreas alagáveis no município de Guajará-Mirim/RO.

ESPÉCIES	Floresta Natural	SAF JP	SAF GZ	SAF BD	SAF SR	FO total
	FO%					
<i>Acaulospora colossica</i> P.A. Schultz, Bever & J.B. Morton (1999)	10	0	0	0	0	2
<i>Acaulospora laevis</i> Błaszk. (1995)	0	20	0	0	20	8
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck (1984)	40	10	30	10	50	28
<i>Acaulospora morrowiea</i> Spain & N.C. Schenck (1984) [as 'morrowae']	30	50	20	20	30	30
<i>Acaulospora rehmi</i> Sieverd. & S. Toro (1987)	10	10	40	0	0	12
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe (1977)	50	100	100	60	30	68
<i>Acaulospora</i> sp1	0	0	0	0	10	2
<i>Acaulospora</i> sp2	10	10	0	0	80	20
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe (1982)	20	10	0	40	0	14
<i>Ambispora brasiliensis</i> (B.T. Goto, L.C. Maia & Oehl) C. Walker, M. Krüger & A. Schüßler (2011)	0	0	10	0	10	4
<i>Ambispora callosa</i> (Sieverd.) C. Walker, Vestberg & Schuessler	10	0	0	0	0	2
<i>Ambispora leptoticha</i> C. Walker, Vestberg & Schuessler (2007)	0	0	0	0	10	2
ENI	10	10	30	20	30	20
<i>Entrophospora</i> sp1	0	0	0	0	10	2
<i>Funneliformis geosporum</i> C. Walker & Schuessler (2010)	0	0	0	20	0	4
<i>Gigaspora decipiens</i> I.R. Hall & L.K. Abbott (1984)	80	30	60	20	0	38
<i>Gigaspora rosea</i> T.H. Nicolson & N.C. Schenck (1979)	0	10	0	0	0	2
<i>Glomus ambisporum</i> G.S. Sm. & N.C. Schenck (1985)	0	0	0	10	0	2
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & C. Tul. (1845)	90	40	20	90	60	60

<i>Glomus microagregatum</i>	20	40	70	30	0	32
<i>Glomus</i> sp1	20	0	70	0	0	18
<i>Glomus</i> sp2	10	0	0	0	0	2
<i>Glomus</i> sp3	0	0	0	20	0	4
<i>Glomus tenebrosus</i> (Thaxt.) S.M. Berch	0	0	10	0	0	2
<i>Glomus tortuosum</i> Blaszk. & Chwat (2013)	0	40	0	0	0	8
<i>Kuklospora colombiana</i> (Spain & N.C. Schenck) Kaonongbua, J.B. Morton & Bever (2010)	0	10	20	0	20	10
<i>Paraglomus brasilianum</i> J.B. Morton & D. Redecker (2001)	0	10	10	10	20	10
<i>Paraglomus occultum</i> (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker	0	30	0	20	0	10
<i>Scutellospora calospora</i> C. Walker & F.E. Sanders (1986)	20	50	40	40	10	32
<i>Scutellospora cerradensis</i> Spain & J. Miranda (1996)	0	10	0	20	0	6
<i>Scutellospora</i> sp1	30	60	40	30	10	34
<i>Scutellospora</i> sp2	0	0	0	10	0	2
<i>Scutellospora weresubiae</i> Oehl, F.A. Souza & Sieverd. (2008)	0	0	20	0	20	8
<b>NÚMERO DE ESPÉCIES</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>33</b>

Tabela 2 - Frequência de ocorrência (FO%) das espécies dos FMAs em 100 mL das amostras de terra coletadas em setembro/2019 (período seco) nos Sistemas Agroflorestais e em Mata Natural, em áreas alagáveis no município de Guajará-Mirim/RO.

A riqueza de espécies de FMAs variou entre 16 e 19 espécies (Tabela 1), nos sistemas estudados (Tabela 1). Higo et al. (2015) e Boeraeve; Honnay; Jacquemyn (2019) sugerem que os fatores abióticos como clima, sazonalidade de crescimento, região geográfica ou manejo agrícola podem ser mais importantes na determinação das comunidades dos FMAs em dado ecossistema, que a cobertura vegetal. Por outro lado, de acordo com Pereira et al. (2014), a cobertura vegetal é de grande importância na seleção de espécies de FMAs. No presente estudo, a cobertura vegetal, a umidade do solo e o pH podem ter sido determinantes na seleção do número de espécies e de espécies exclusivas de FMAs para o período seco.

Os índices de diversidade de Shannon e de dominância de Simpson (Figura 1) não foram significativamente diferentes nos SAFs em comparação com a mata natural. Pode ser um indicativo de estabilidade nestas áreas/épocas secas. Estes índices estão indicando não haver diferenças na esporulação das espécies de FMAs nos SAFs e na mata natural, embora a dominância de *A. scrobiculata* e *G. macrocarpum*, não indicaram discrepância nos cálculos destes índices.

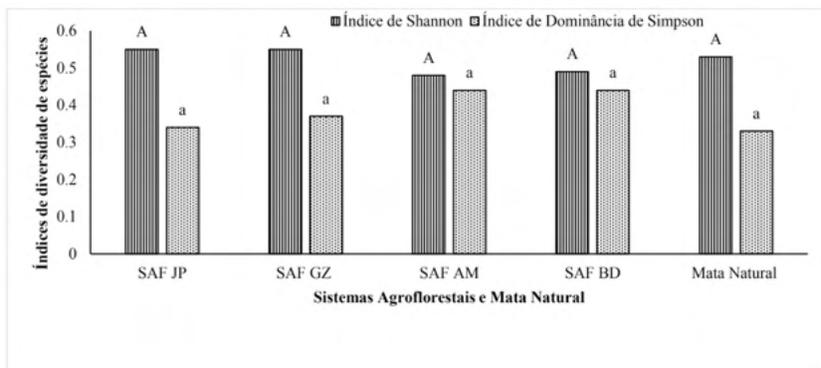


Figura 5 - Índices de diversidade de Shannon-Wiener e de dominância de Simpson de FMAs, em amostras de solos coletadas em setembro/2019 (final da época seca) nos Sistemas Agroflorestais e em Mata Natural, em áreas alagáveis no município de Guajará-Mirim/RO (Teste de Tukey a 5%).

## 4 I CONCLUSÕES

Vale salientar que este é um dos primeiros trabalhos que se faz relatos sobre a biodiversidade dos FMAs nos SAFs e na mata natural no município de Guajará-Mirim/RO. Este trabalho vem a contribuir com os aspectos ecológicos desta região.

Um total de 33 táxons de fungos micorrízicos arbusculares foram identificados, e as espécies *Acaulospora mellea*, *Acaulospora morrowiea*, *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus macrocarpum*, *Scutellospora calospora* e *Scutellospora* sp1 foram observadas em todos os SAFs e mata natural ao longo do rio Madeira Mamoré, no período seco.

A riqueza de espécies de FMAs varia entre 16 e 19 nos SAF e na mata natural.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener e de dominância de Simpson não variou entre os SAFs e mata natural ao longo do Rio Madeira Mamoré, indicando estabilidade nesses ecossistemas, na época seca.

## REFERÊNCIAS

ABBOT, L. K.; ROBSON, A. D. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 35, p. 121-150, 1991.

ALLEN, M.F. **Ecology of Mycorrhizae**. Cambridge University Press, New York, 1991.

ASSIS, P. C. R. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em campos de murundus após a conversão para sistemas agrícolas no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n. 6, p. 1703-1711, 2014.

BENEDETTI, T. et al. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho após uso de espécies de plantas de cobertura de solo. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v.4, p.44-51, 2005.

BOERAEVE, M.; HONNAY, O.; JACQUEMYN, H. Local abiotic conditions are more important than landscape context for structuring arbuscular mycorrhizal fungal communities in the roots of a forest herb. **Oecologia**, v. 190, p. 149-157, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04406-z>. Acesso em: mai de 2020.

BRAGHIROLI, F. L. et al. Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de florestas ciliares e fixação de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n.3, p. 733-743, mai./jun. 2012.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 3.ed. Dubuque: Wm C. Brown Publishers, 1990.

CAPRONI, A. L. et al. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.38, n.12, p. 1409-1418, dez. 2003.

CAPRONI, A.L. et al. Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in an Amazon Environment after Mining. **Floresta e Ambiente**, v.25, n.3, 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.022415> ISSN 2179-8087 (online).

CAPRONI, A.L. **Fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas remanescentes da mineração de bauxita em porto trombetas/PA**. 2001. 194f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

CARNEIRO et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in soil aggregates from fields of “murundus” converted to agriculture. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.313-321, 2015.

CARRENHO, R. **Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA)**. 1998. 226f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CLARK, R. B. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. **Plant and Soil**, Hague, v. 192, p. 15-22, 1997.

COSTA, H.A.O. et. al. Species richness and root colonization of arbuscular mycorrhizal fungi in *Syngonanthus elegans*, na endemic and threatened species from the cerrado domain in Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.3, p.326-336, mai/jun., 2016.

COSTA, R. S. C. da Micorrizas arbusculares em sistemas agroflorestais em duas comunidades rurais do Amazonas. 2010. 140 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

CUENCA, G.; ANDRADE, Z.; ESCALANTE, G. diversity of glomalean spores from natural, disturbed and revegetated communities growing on nutrient-poor tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.30, n.6, p. 711-719, 1998.

DUBOIS, J.C.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**: primeiro volume. Rio de Janeiro, RJ. REBRA. 1997. 228p.

FERNANDES, R.A. et al. Occurrence and species richness of mycorrhizal fungi in soil under different land use. **Canadian Journal of Soil Science**, v.96, p.271–280, 2016.

- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. **Transactions of British Mycological Society**, Cambridge, v. 46, p. 235-244, 1963.
- GOMIDE, P. H. O. et al. Processos e propriedades do solo. Fungos micorrízicos arbusculares em fitofisionomias do pantanal da nhecolândia, mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1114-1127, 2014.
- HARLEY, J.L.; SMITH, S.E. **MYCORRHIZAL Symbiosis**. London: Academic Press, 1983.
- HIGO, M. et al. Influência da época de semeadura e identidade de safra na estrutura da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares raízes colonizadoras de duas espécies diferentes de gramíneas graminais e leguminosas. **Advances in Microbiology**, v.5, p.107-116, 2015.
- JEFWA, J.M. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of banana and plantain and the growth of tissue culture cultivars. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.157, p24-31, 2012.
- KLIRONOMOS, J.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P. AM fungal diversity influences plant diversity and producing. In: International conference on micorrhiza. 2. **Abstract...** Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, p.99, 1998.
- LEAKEY, R.R.B. The Role of Trees in Agroecology and Sustainable Agriculture in the Tropics. **Annual Review Phytopathol**, v.52, p.113-133, 2014.
- LEAL, P. L.; SIQUEIRA, J. O.; STURMER, S. L. Switch of tropical amazon forest to pasture affects taxonomic composition but not species abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungal community. **Applied Soil Ecology**, v.71, p.72-80, 2013. [https:// doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.05.010](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.05.010).
- LOREE, M. A. J. and WILLIAMS, S. E. Colonization of western wheatgrass (*Agropyron smithii* Rydb.) by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi during the revegetation of a surface mine. **New Phytologist**, 106, 735-744, 1987.
- MARTINS, C. R; MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* Kinth em áreas degradadas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 665-674, 1999.
- MEHROTRA, V. S. Arbuscular mycorrhizal associations of plants colonizing coal mine spoil in India. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 130, p. 125-133, 1998.
- MELO, A.M.Y.; MAIA, L.C.; MORGADO, L.B. Fungos micorrízicos arbusculares em bananeiras cultivadas no vale do submédio São Francisco. **Acta Botanica Brasílica**, v.11, p.115-121, 1997.
- MIRANDA, E.M. de; SILVA, E.M.R. da; SAGGIN-JUNIOR, O.J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v.40, p.13-22, 2010.
- NIDHEESH, et al. Ecology of endomycorrhizal association in musa spp. Of South India. **Symbiosis**, v.74, p.199-2014, 2018.

PALUDO, R.; COSTABEBER, J.A. Sistemas agrofloreais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.l.], v. 7, n. 2, sep. 2012. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/10050>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

PEREIRA, C. M. R.; DA SILVA, D. K. A.; DE ALMEIDA FERREIRA, A. C.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Atlantic forest areas under different land uses. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s.l.], v. 185, p. 245-252, 2014.

PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology**. New York, Wiley, 1987. 385p.

RIBEIRO, J.M. et al. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio sob sistemas agrofloreais no Cerrado Mineiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 913-923, abr./jun. 2019.

ROCHA, B.C.F. Land use and vegetation cover on native symbionts and interactions with cowpea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.116-121, 2017

SANTOS, R. S.; SCORIZA, R. N.; FERREIRA, J. S. Fungos micorrízicos arbusculares em diferentes coberturas florestais em Vitória da Conquista, Bahia. **Floresta e Ambiente**, jul/set, v.20, n.3, p. 344-350, 2013.

SANTOS, T.P. dos et al. Fungos micorrízicos arbusculares em floresta nativa, cerrado e pastagem no município de Guajará-Mirim/RO como bioindicador de estabilidade. **Meio Ambiente em Foco**, v.5, p.44-55, 2019.

SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. **A manual of identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**, 2 ed., University of Florida, Gainesville, Florida, 241p. 1988.

SIEVERDING, E. **Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management**. Technical Cooperation-Federal, Republik of German, Eschborn. 1991.

SILVA, M. de S. da S. et al. Esporos de fungos micorrízicos arbusculares em lavouras de cafeeiros (*Coffea canephora* L.) no estado de Rondônia. 14 congresso nacional de meio ambiente, poços de caldas, 26 a 29 de setembro de 2017.

SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P., eds. **Microbiologia do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.257-282, 1992.

SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. de. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do estado de Minas Gerais, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 12, p. 1499-1506, 1989.

SMITH, S. E.; READ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhizas. In: SMITH, S. E.; READ, D. J. (EDS.) **Mycorrhizal symbiosis**, 2 ed., London, Academic Press, 1997. p.9-160.

SOUZA, F. A. de; SILVA, I. C. L.; BERBARA, R. L. L. Fungos micorrízicos arbusculares: muito mais diversos do que se imaginava. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSARD, L., eds. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2008. p.483-536.

SOUZA, G.I.A. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural and forest. **Systems global science and technology**, v. 03, n. 02, p. 1-9, 2010.

STÜMER, S.L. Evolução, classificação e filogenia dos fungos micorrízicos arbusculares. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S. GUILHERME, L.R.G.; FARQUIM, V.; FUTINI NETO, A.E; CARVALHO, J.G. (eds.) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Lavras, pp. 797-817, 1999.

STÜRMER, S.L.; BELLEI, M.M. Composition and seasonal variation of spore populations of arbuscular mycorrhizal fungi in dune soils on the island of Santa Catarina, Brazil. **Canadian Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 359-363, 1994.

TEWS, I.I.; KOSKE, R.E. Toward a sampling strategy for a vesicular-arbuscular mycorrhiza. **Transactions of the British Mycological Society**, v.87, p.353-358. 1986.

VIERHEILIG, H.; LERAT, S.; PICHE, Y. Systemic inhibition of arbuscular mycorrhiza development by root exudates of cucumber plants colonized by *Glomus mosseae*. **Mycorrhiza**, v. 13, p. 167-170, 2003.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aclimatização de mudas 100

Acúmulo de fitomassa 162, 165, 171, 172

Adubação verde 163, 178, 179, 181

Agroecossistemas 92, 97, 98

Água 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 59, 100, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 114, 128, 129, 139, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 176, 178, 183, 201, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267

Água residuária 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Água subterrânea 237, 239, 249

Alga extract 47

Amostragem foliar 182

Arroz 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 115, 220, 221, 222, 240, 248

### B

Bactérias 105, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 250, 256, 259, 260, 263, 264, 265, 266

Biofertilizantes 47, 54

Biofortificação mineral 199, 202

### C

Caqui 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Coinoculação 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 129, 131

Cotonicultura 56, 57, 58, 60, 62, 63, 68, 78, 79, 80, 83, 85, 86

Cultivo vertical 37

### D

Diversidade de espécies 132, 134, 163

### E

Ecossistema ripário 132

Emissor 226, 227, 228, 229, 231, 232, 234, 235

## F

Fertilidade 5, 12, 104, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 149, 150, 152, 160, 161, 208, 211, 212, 221, 240

Fertilização 100, 106, 202

Frutos secos 23, 30

Fungos micorrízicos 132, 133, 146, 147, 148, 149, 150

## G

Geoprocessamento 211

Gérbera 106, 107, 108

Grãos 1, 2, 3, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 67, 74, 86, 113, 115, 116, 117, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 221, 222

## H

Hortaliças 89, 131, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 228

## I

Inoculação 100, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131

Inseto praga 57

## L

Laurel 92, 93, 96, 99

## M

Macronutrientes 182

Mamoeiro 182, 183, 184, 185, 187, 189, 191, 192, 193, 194, 197

Meloeiro 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46

Metais pesados 237, 238, 239, 247, 251

Microirrigação 226, 227, 234, 236

Microrganismos 10, 77, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 121, 134, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 261, 263, 264, 265, 266

Milho 1, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 142, 146, 163, 178, 179, 222, 240

## O

Olerícolas 200, 206

Orchidaceae 100, 101, 105

## P

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 131, 146, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 171, 174, 177, 178, 179, 180, 181

Plantio direto 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 73, 116, 119, 162, 163, 178, 179

Produtividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 61, 86, 87, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 219, 220, 221, 222, 223, 225

Propagação *in vitro* 100

Propagación sexual y asexual 92

## Q

Qualidade da fruta 23

Qualidade do solo 1, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 132, 153

## R

Recursos hídricos 37, 45, 46, 152, 219, 220, 221, 224, 225, 250, 265

Rio 1, 13, 16, 17, 21, 38, 44, 47, 48, 62, 90, 105, 120, 123, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 146, 147, 151, 153, 163, 180, 183, 197, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 221, 226, 236, 250, 252, 269

## S

Secagem 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 167

Semeadura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 70, 72, 73, 75, 86, 102, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 148, 162, 166, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180

Semeadura direta 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 179, 180

Sistemas agroflorestais 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 149

Soja 1, 3, 4, 12, 57, 63, 74, 113, 115, 116, 118, 119, 122, 123, 130, 131, 155, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 204, 207, 220, 222, 240

Solo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 59, 65, 73, 74, 75, 77, 79, 94, 98, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 116, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 198, 201, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 218, 221, 222, 237, 239, 240, 245, 246, 247

Sucessão de culturas 1, 3, 163, 164

## T

Temperatura de secagem 16, 17, 19

Tempo de armazenamento 16, 18, 19, 20, 21

Tomateiro 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 207

## V

Valorização de resíduos 23

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

  
Ano 2021

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



# Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021