



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**RAFAEL MENDES DE SOUSA**

**MICROBIOMAS NA RIZOSFERA: ECOLOGIA E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO**  
**AGRÍCOLA**

**Imperatriz – MA**

**2023**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**RAFAEL MENDES DE SOUSA**

**MICROBIOMAS NA RIZOSFERA: ECOLOGIA E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO**  
**AGRÍCOLA**

**Imperatriz – MA**  
**2023**



**RAFAEL MENDES DE SOUSA**

**Engenheiro Agrônomo**

**MICROBIOMAS NA RIZOSFERA: ECOLOGIA E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciências Ambientais da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como parte das exigências para obtenção do título de Especialista em Ciências Ambientais.

**Orientador: Prof. Dr. Zilmar Timoteo Soares**  
**Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ivaneide de Oliveira Nascimento**

Imperatriz – MA

2023



S725m

Sousa, Rafael Mendes de

Microbiomas na rizosfera: ecologia e aplicações na produção agrícola. / Rafael Mendes de Sousa. – Imperatriz, MA, 2023.

27 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2023.

1. Solos. 2. Rizosfera - Microbiomas. 3. Raízes - Plantas. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 631.4:581.1



**MICROBIOMAS NA RIZOSFERA: ECOLOGIA E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciências Ambientais da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como parte das exigências para obtenção do título de Especialista em Ciências Ambientais.

**RAFAEL MENDES DE SOUSA**

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Zilmar Timoteo Soares** (Orientador)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ivaneide de Oliveira Nascimento** (Co-orientadora)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL

---

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

Imperatriz – MA

2023

## **DEDICO**

*Aos cidadãos maranhenses, especialmente aos agricultores familiares, que com muito suor e desafios realizam o mais nobre trabalho da Terra.*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus pai**, sobre todas as coisas, ao seu filho **Nosso Senhor Jesus Cristo** e sua mãe **Maria Santíssima** pela intercessão, proteção e autorização para o término desta etapa. A **toda a minha família**, em especial aos meus pais **Raimundo Nonato de Sousa** e **Irislene Mendes de Sousa**, por sempre me incentivarem a dar passos maiores e nunca medirem esforços pela minha educação.

Agradeço à **Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão** pela oportunidade de realizar uma pós-graduação gratuita e de qualidade mesmo em meio às adversidades da pandemia do COVID-19. Agradeço a todos os meus colegas da especialização, em especial à **Helida Karla Cruz Milhomem**, **Jucimar Torres** e **Jucyllon Alves da Silva** pela amizade e parceria durante o curso. Agradeço a todos os **professores da especialização** em Ciências Ambientais, principalmente aos professores **Zilmar Timoteo Soares** e **Ivaneide de Oliveira Nascimento** pela prestatividade e paciência na orientação deste trabalho.

Agradeço a todos os meus **ex-professores** e **amigos** que ao longo da vida influenciaram a minha carreira e minha vida profissional através de estímulos e incentivo eles serviram de inspiração para o meu crescimento como homem, estudante e trabalhador. E, por fim, mas igualmente importante, agradeço a **cada cidadão maranhense** que contribuiu para a realização deste curso através do seu pagamento de impostos e também a **cada agricultor maranhense** que ama e cuida do solo do qual depende e que sonha com uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável.

**MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introdução.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>Material e métodos .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Microrganismos da rizosfera .....</b>                                | <b>13</b> |
| <b>Uso do solo e seus efeitos sobre a microbiota da rizosfera .....</b> | <b>16</b> |
| <b>Potencializando a atividade microbiana .....</b>                     | <b>18</b> |
| <b>Considerações finais.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>Referências.....</b>   | <b>20</b> |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Procedimento metodológico de revisão de literatura adotado como uma adaptação do trabalho realizado por Omotayo e Babalola (2021). ..... 13
- Figura 2** Visão resumida das funções dos diversos organismos que compõem os microbiomas da rizosfera adaptado de Mendes *et al.* (2013)..... 14
- Figura 3** Visão geral dos (microrganismos) presentes na rizosfera com figura e informações adaptadas de Mendes *et al.* (2013). O tamanho do círculo, exceto para VÍRUS, é uma medida do número médio de genes nos genomas de espécies representativas de cada grupo de organismos; o tamanho (ou intervalo de tamanho) de seus respectivos genomas é indicado entre parênteses. Para cada um desses (microrganismos), os números aproximados de sua abundância são indicados entre colchetes. .... 15

**MICROBIOMAS NA RIZOSFERA: ECOLOGIA E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA**

---

Artigo escrito de acordo com as normas da revista *Acta Scientiarum. Agronomy*



34 Curiosamente, apenas 2-5% dos microrganismos da rizosfera promovem o  
35 crescimento das plantas e as plantas, naturalmente, selecionam estes microrganismos  
36 benéficos que ajudam no seu crescimento e desenvolvimento especialmente sob condições  
37 restritas (SINGH; GOODWIN, 2022).

38 Um fenômeno que contribui para a formação da rizosfera é a rizodeposição em  
39 que os exsudatos das raízes contribuem para a sua formação alterando a química do solo nas  
40 proximidades das raízes e servindo para o crescimento de microrganismos selecionados  
41 (SINGH; GOODWIN, 2022).

42 Essas populações microbianas em seus *microhabitats* são influenciadas por  
43 fatores bióticos (plantas e outros organismos) e abióticos, como fenômenos ambientais e de  
44 manejo (BABALOLA *et al.*, 2021).

45 O microbioma da rizosfera também desempenha um papel importante na  
46 decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), a qual aumenta a fertilidade do solo e, em  
47 última análise, melhora a produtividade da planta (SINGH; GOODWIN, 2022).

48 Com o presente artigo de revisão bibliográfica, objetiva-se levantar as  
49 informações mais recentes sobre os microbiomas da rizosfera, suas interações com o  
50 crescimento vegetal, as lacunas do conhecimento nessa área da pesquisa e como esses  
51 conhecimentos podem contribuir para a prática da agricultura sustentável.

52

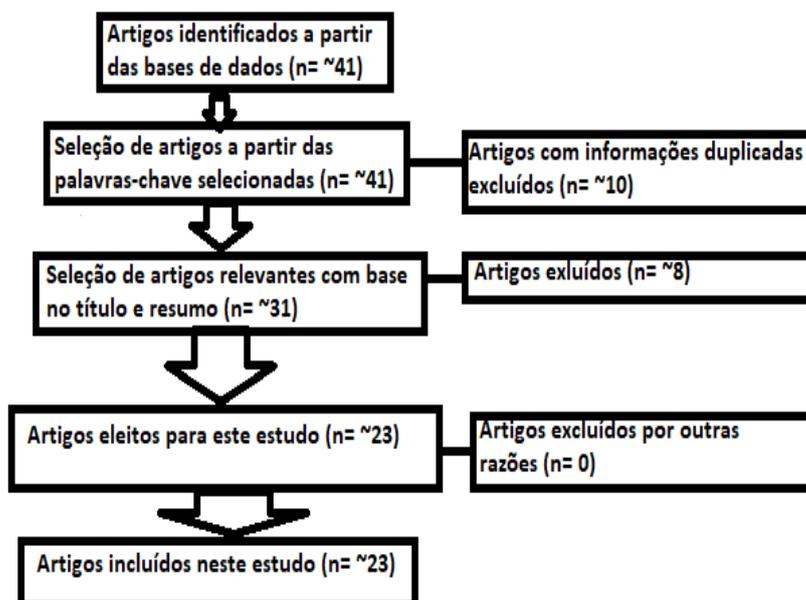
53

### **Material e métodos**

54

55 A metodologia adotada para esta pesquisa é uma adaptação do procedimento  
56 metodológico empregado por Omotayo e Babalola (2021). A Figura 1 ilustra como a pesquisa  
57 de revisão de literatura foi conduzida utilizando materiais publicados entre 2013 a 2022 e por  
58 meio das seguintes bases de dados: *Science Direct*, *Scopus*, *Web of Science*, *Pub Med* e  
59 *Periódicos CAPES*.

60



61  
62 **Figura 1** Procedimento metodológico de revisão de literatura adotado como uma adaptação  
63 do trabalho realizado por Omotayo e Babalola (2021).

64  
65 As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: microbiomas, rizosfera e  
66 conservação do solo com mais de 40 downloads de artigos científicos revisados. Foi realizada  
67 uma seleção criteriosa, intencional e cuidadosa, priorizando artigos de revistas renomadas,  
68 publicados em língua inglesa e em anos recentes. Respeitando as diferenças nos métodos,  
69 datas e visões dos artigos explorados, uma síntese lógica e fiel das informações descobertas  
70 foi realizada.

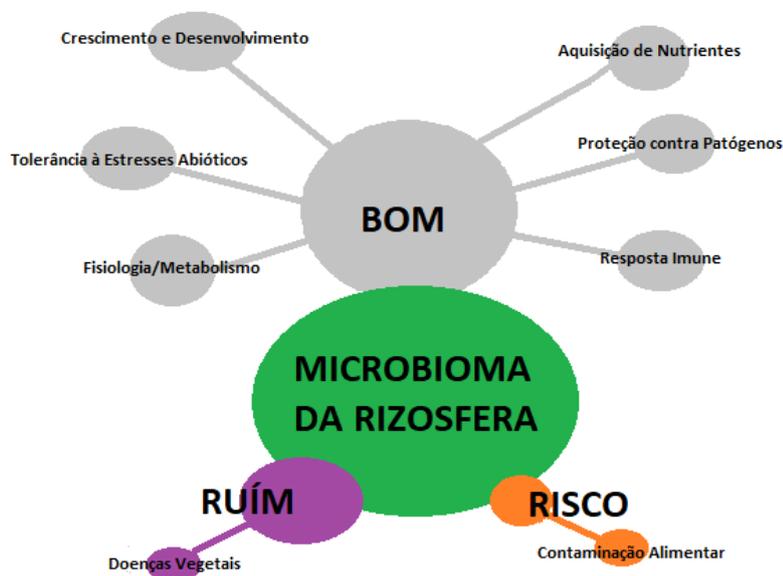
## 71 72 **Microrganismos da rizosfera**

73  
74 As plantas são colonizadas por um número surpreendente de microrganismos que  
75 podem atingir densidades celulares muito maiores que o número de células vegetais. Além  
76 disso, o número de genes microbianos na rizosfera supera de longe o número de genes  
77 vegetais (MENDES *et al.*, 2013).

78 A fenologia vegetal tem efeitos biológicos, físicos e químicos cruciais na biosfera.  
79 Esse desenvolvimento vegetal tem sido amplamente estudado, mas o papel e funcionamento  
80 da microbiota vegetal e particularmente da microbiota da rizosfera não tem sido  
81 completamente compreendido (LU *et al.*, 2018). O microbioma da rizosfera é crucial para a  
82 saúde das plantas e é reconhecida uma mudança na composição e função durante o

83 desenvolvimento da planta. Mudanças na composição da comunidade da rizosfera podem  
 84 explicar a saúde das plantas (GU *et al.*, 2022) (Figura 2).

85



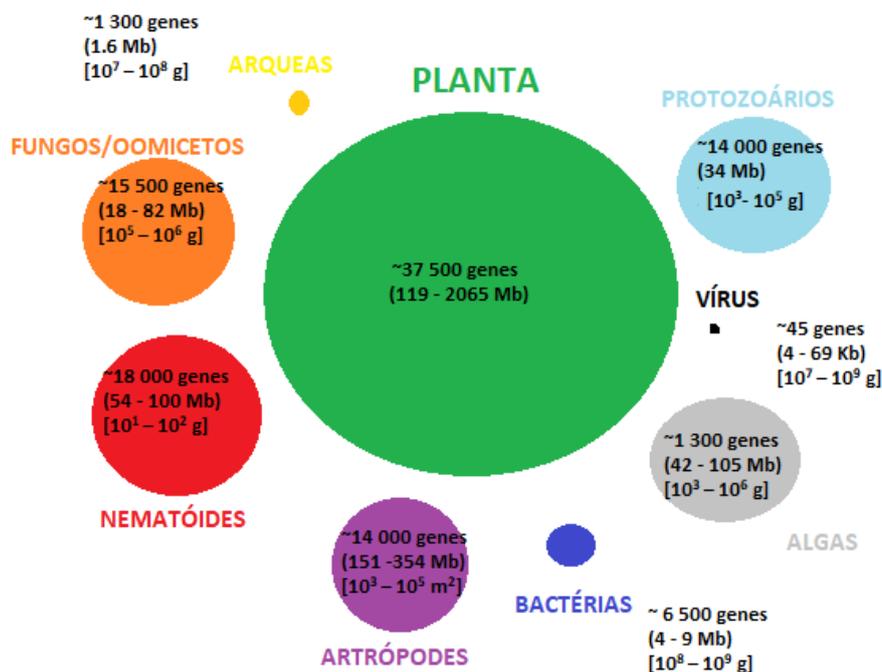
86

87 **Figura 2** Visão resumida das funções dos diversos organismos que compõem os microbiomas  
 88 da rizosfera. Adaptado de Mendes *et al.* (2013).

89

90 Os microrganismos associados à plantas constituem organismos benéficos como  
 91 bactérias nitrogenadas, fungos micorrízicos, outras rizobactérias de crescimento vegetal e  
 92 agentes de biocontrole, bem como organismos que são deletérios para as plantas como os  
 93 microrganismos patogênicos (MOHANRAM *et al.*, 2019). Estão presentes também  
 94 oomicetos, nematoides, protozoários, algas, vírus e arqueias. Esses membros do microbioma  
 95 da rizosfera são parte de uma teia alimentar complexa que utiliza grande quantidade de  
 96 nutrientes liberados pela planta (MENDES *et al.*, 2013) (Figura 3).

97



98

99 **Figura 3** Visão geral dos (microrganismos) presentes na rizosfera com figura e informações  
 100 adaptadas de Mendes *et al.* (2013). O tamanho do círculo, exceto para VÍRUS, é uma medida  
 101 do número médio de genes nos genomas de espécies representativas de cada grupo de  
 102 organismos; o tamanho (ou intervalo de tamanho) de seus respectivos genomas é indicado  
 103 entre parênteses. Para cada um desses (microrganismos), os números aproximados de sua  
 104 abundância são indicados entre colchetes.

105

106 Os organismos do solo não são estáticos, eles são sujeitos às mudanças nas  
 107 condições ambientais como temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes. O tipo de  
 108 solo também desempenha papel crucial na determinação dos organismos dominantes que  
 109 colonizam a rizosfera. Portanto, a população microbiana da rizosfera pertencente à mesma  
 110 espécie vegetal pode diferir tanto espacialmente como temporalmente (ALAWIY.;  
 111 BABALOLA., 2019).

112 Uma vez que nenhuma planta é uma ilha, o que significa diretamente que cada  
 113 planta não é inteiramente autossuficiente, elas são dependentes de outros fatores para o  
 114 crescimento, como os micróbios. Uma das metodologias ecológicas proeminentes que  
 115 emergiu durante a última década é a manipulação de microbiomas de plantas para auxiliar no  
 116 aumento da produtividade agrícola, área em expansão e que requer maiores pesquisas  
 117 (MEHTA *et al.*, 2021).

118 O componente biótico do solo inclui microrganismos que estão vivos  
 119 simbioticamente ou em associação com raízes vegetais. Esses microrganismos podem

120 melhorar a aquisição de nutrientes em solos de baixa disponibilidade de água, mas há poucos  
121 estudos que fornecem informações sobre microrganismos da rizosfera na mitigação dessas  
122 tensões derivadas da disponibilidade de nutrientes e de água (PRASAD *et al.*, 2017).

123 Estes microrganismos desempenham um papel fundamental na regulação da  
124 circulação da matéria do ecossistema. A troca de matéria e energia entre solo, rizosfera e  
125 plantas forma uma relação próxima e especial o que faz a abundância de espécies de  
126 microrganismos da rizosfera diferir até certo ponto daquela de outras regiões do solo (QU *et*  
127 *al.*, 2022).

128 Estoques de carbono atmosférico podem ser reduzidos pelo sequestro estável  
129 através de processos bióticos e abióticos. O carbono entra no solo através da assimilação do  
130 CO<sub>2</sub> atmosférico, principalmente por plantas, mas também por microrganismos autotróficos  
131 do solo. Uma fração significativa (até 20%) do carbono fixado na fotossíntese é transferida  
132 para a rizosfera por diferentes processos como exsudação de raízes ou através de fungos  
133 micorrízicos (JANSSON; HOFMOCKEL, 2019).

134 Apesar da vasta diversidade microbiana do solo, os microrganismos estão  
135 reunidos em pontos muito pequenos que constituem apenas 1% do volume total do solo. Esses  
136 microhabitats onde os microrganismos são agregados para formar biofilmes ou colônias são  
137 caracterizados por taxas mais rápidas de diferentes processos bioquímicos comparados a  
138 outras regiões do solo (MOHANRAM *et al.*, 2019).

139

#### 140 **Uso do solo e seus efeitos sobre a microbiota da rizosfera**

141

142 As plantas são frequentemente expostas a diversos estresses bióticos e abióticos  
143 que influenciam significativamente a sua saúde e produtividade. Durante as últimas décadas,  
144 inúmeros estudos começaram a explorar o papel fundamental das interações entre plantas e  
145 micróbios na saúde e crescimento das plantas principalmente focada em doenças vegetais  
146 microbianamente desencadeadas (SINGH.; GOODWIN. *et al.*, 2022).

147 As pesquisas sobre interações planta-micróbios e seus efeitos em nichos  
148 ecológicos estão aumentando. Contudo, as interações entre os organismos da rizosfera não  
149 foram totalmente exploradas para o aumento do crescimento das plantas e da agricultura  
150 sustentável (BABALOLA *et al.*, 2021).

151 Diversos estresses ambientais como seca, salinidade e deficiências nutricionais  
152 são conectados às limitações derivadas do solo. Essas tensões induzem uma série de

153 alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares no sistema radicular da  
154 planta para se adaptar às condições de estresse e/ou modificar o ambiente a partir do qual o  
155 estresse é originário (PRASAD *et al.*, 2017).

156 Propriedades do solo como pH, disponibilidade de N, P, K e exsudatos da raiz  
157 foram revelados como fatores contribuintes para a formação de microbiomas da rizosfera.  
158 Esses microbiomas podem ser significativamente influenciados pelo tipo de solo e estágio de  
159 crescimento da planta. Curiosamente, em casos como o do milho, um efeito mais pronunciado  
160 da rizosfera é encontrado nas raízes jovens comparado às das raízes maduras (SINGH.;  
161 GOODWIN. *et al.*, 2022).

162 O aumento da temperatura pode levar à mudança da estrutura da comunidade  
163 microbiana acelerando a taxa de decomposição do carbono orgânico do solo (COS) e  
164 liberando o carbono armazenado no solo na atmosfera. A umidade pode mudar a condição de  
165 oxigênio e a atividade microbiana do solo, afetando assim a mineralização do COS (QU *et al.*,  
166 2022).

167 A conversão de solo florestal em solo agrícola pode reduzir drasticamente a  
168 diversidade microbiana da rizosfera. A conversão de floresta para monocultura afeta a  
169 estrutura e função da comunidade microbiana. Uma rotação de cultura duradoura produz  
170 efeitos fortes no microbioma da rizosfera. A perturbação da lavoura muda a composição  
171 filogenética de microrganismos como os rizóbios (BABALOLA *et al.*, 2021).

172 Após um incêndio florestal, as comunidades microbianas podem apresentar uma  
173 alteração transitória na sua composição. O papel da comunidade microbiana do solo na  
174 recuperação de um ecossistema após tal evento permanece pouco compreendido  
175 (FERNÁNDEZ-GONZALES *et al.*, 2017).

176 Os herbicidas quando aplicados, inevitavelmente alcançam o solo promovendo  
177 mudanças na comunidade microbiana. O desequilíbrio nesta comunidade pode resultar em  
178 efeitos adversos sobre o desenvolvimento da cultura, uma vez que estes organismos são  
179 capazes de melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FARIA *et al.*,  
180 2018).

181 As rizosferas das plantas cultivadas com seus conjuntos de microbiotas e outros  
182 componentes bióticos são sensíveis à introdução deliberada de pesticidas. Os pesticidas  
183 podem interferir em processos metabólicos que dependem de mecanismos evolutivos como  
184 eventos de troca genética dentro da rizosfera (RAMAKRISHNAN *et al.*, 2021).

185 A adubação nitrogenada pode alterar significativamente a composição bacteriana  
186 do solo, diminuir o pH do solo e a atividade metabólica microbiana resultando em redução de

187 bactérias benéficas. Assim, é fundamental entender o impacto dos fertilizantes nitrogenados  
188 sobre os microbiomas a fim de alcançar um equilíbrio entre benefícios e danos nas práticas  
189 agrícolas modernas (LIN *et al.*, 2019).

190

### 191 **Potencializando a atividade microbiana**

192

193 O suprimento adequado de nutrientes no solo pode ser um fator chave para  
194 potencializar os microrganismos benéficos do solo. A distribuição de nutrientes no solo é  
195 heterogênea ou irregular e há evidências de que as plantas podem “sentir” a presença de  
196 nutrientes e alocar mais recursos para o sistema radicular e direcionar o crescimento radicular  
197 para dentro dessas manchas (OMOTAYO; BABALOLA, 2021).

198 Objetivando preservar os microbiomas da rizosfera, medidas de controle biológico  
199 que têm pouco ou nenhum efeito adverso podem ser usadas para controlar pragas e doenças  
200 como alternativas aos pesticidas convencionais. Os resultados de pesquisa de Lin *et al.*  
201 (2019) apontam que o uso prolongado de fertilizantes orgânicos aumenta significativamente a  
202 diversidade bacteriana em termos de riqueza de espécies.

203 Li *et al.* (2022) também observaram a influência do biofertilizante em atenuar os  
204 efeitos adversos de estresses de salinidade e alcalinidade no rendimento do girassol,  
205 melhorando a qualidade do solo e otimizando a estrutura da comunidade microbiana da  
206 rizosfera e os padrões de ocorrência.

207 Chen *et al.* (2022) constataram que diferentes fertilizantes de lenta liberação  
208 regulam a estrutura e diversidade da comunidade microbiana na rizosfera do arroz. A  
209 colocação profunda de fertilizantes de liberação lenta melhorou a riqueza e diversidade de  
210 microrganismos na rizosfera das plantas de arroz.

211 Tian *et al.* (2022) relataram que a cobertura morta não afetou a diversidade  
212 bacteriana e fúngica do solo a granel, mas reduziu a diversidade bacteriana e aumentou a  
213 diversidade fúngica da rizosfera e do sistema radicular no estágio de floração do milho.

214 No caso de rizóbios, para um dado hospedeiro, a infecção não depende apenas da  
215 capacidade competitiva de diferentes espécies de rizóbios, mas também da capacidade desse  
216 rizóbio lidar com fatores ambientais flutuantes, incluindo propriedades do solo e níveis de pH.  
217 Há uma grande diversidade de microrganismos no solo incluindo bactérias e fungos, sendo  
218 que os rizóbios podem competir com estes microrganismos no solo ou na rizosfera da  
219 leguminosa hospedeira para estabelecer uma relação simbiótica. Para garantir o

220 estabelecimento dessa relação é necessário fornecer um ambiente radicular adequado ao  
221 crescimento desses organismos (HAN *et al.*, 2020).

222 O sequestro de carbono atmosférico através da fotossíntese pode resultar em  
223 aumento do carbono sob o solo devido ao maior crescimento das plantas, com aumentos  
224 correspondentes na biomassa microbiana do solo e mudanças na composição da comunidade,  
225 contudo, a depender do manejo utilizado e das condições ambientais, o COS pode se  
226 decompor a uma velocidade mais rápida do que é formado (JANSSON; HOFMOCKEL,  
227 2019).

228 O papel da comunidade microbiana da rizosfera também é importante no processo  
229 de fitorremediação, uma vez que o principal meio de degradar herbicidas no solo é através da  
230 atividade microbiana e processos como fitoestimulação ou rizodegradação. Nesses processos,  
231 exsudatos liberados por plantas estimulam a atividade microbiana que degrada herbicidas.  
232 Fungos micorrízicos são importantes microssímbiontes que têm um efeito estimulante sobre o  
233 crescimento das plantas e podem ajudar na biorremediação do solo (SANTOS *et al.*, 2020).

234 Foi demonstrado que a presença de fungos micorrízicos arbusculares pode  
235 melhorar o estabelecimento da cobertura vegetal em ecossistemas. Esses fungos  
236 desempenham um papel significativo no aumento da produtividade de espécies florestais,  
237 especialmente em regiões semiáridas onde a produtividade vegetal é limitada pela baixa  
238 fertilidade do solo e disponibilidade de água (SOUSA *et al.*, 2013).

239

240

### 240 **Considerações finais**

241

242 Os microbiomas da rizosfera são diversos e estão relacionados ao tipo de solo,  
243 espécie e desenvolvimento fenológico da planta. São amplamente reconhecidos os seus papéis  
244 na reciclagem e transporte de matéria e energia nos ecossistemas, sua influência na saúde  
245 vegetal, e no aumento da capacidade de absorção de recursos como água e nutrientes, bem  
246 como na utilização do nitrogênio e na biodegradação de elementos e substâncias tóxicas no  
247 ambiente.

248 Contudo, mais pesquisas são necessárias para elucidar questões como o  
249 mecanismo de seleção de microrganismos pelas raízes das plantas, o funcionamento da  
250 microbiota, as interações entre os microrganismos que a compõe (incluindo relações como  
251 competições entre eles), como estes microrganismos podem ser usados na mitigação de

252 tensões ambientais como a seca e como eles podem ser manipulados para benefício da  
253 agricultura sustentável.

254

255 **Referências**

256 Alawiye, T. T.; Babalola, O. O. Bacterial diversity and community structure in tropical plant  
257 rhizosphere. **Diversity**, v.11, n.179, 2019.

258 Babalola, O. O.; Emmanuel, O. C.; Adeleke, B. S.; Odelade, K. A.; Nwachukwu, B.; AYTI,  
259 O. E.; Adegboyega, T. T.; Igiehon, N. O. Rhizosphere microbiome cooperations strategies for  
260 sustainable crop production. **Current microbiology**, v.78, n.1, 2021.

261 Chen, Y.; Tu, P.; Yang, Y.; Xue, X.; Feng, Z.; Dan, C.; Cheng, F.; Yang, Y.; Deng, L.  
262 Diversity of rice rhizosphere microorganisms under different fertilization modes of slow-  
263 release fertilizer. **Nature portfolio**, v.12, n.1, 2022.

264 Faria, A. T.; Gonçalves, B. F. S.; Saraiva, D. T.; Souza, M. F.; Silva, A. A.; Silva, D. V.  
265 Activity of rhizosphere soil microorganisms of sugarcane cultivars after spraying of  
266 herbicides: diuron, tebuthiuron, ametrin and diuron + hexazinone. **Caatinga**, v.31, n.3, 2018.

267 Fernandez-Gonzales, A. J; Martínez-Hidalgo, P; Cobo-Díaz, J. F; Villadas, P. J; Martínez-  
268 Molina, E; Toro, N; Tringe, S. G; Fernández-Lopez, M. The rizosphere microbiome of burned  
269 holme-oak: potential role of the genus. *Arthrobacter* in the recovery of burned soils. **Scientific**  
270 **reports**, v.7, n.1, 2017.

271 Gu, Y.; Banerjee, S.; Dini-Andreote, F.; Xu, Y.; Shen, Q.; Jousset, A.; Wei, Z. Small  
272 changes in rhizosphere microbiome composition predict disease outcome earlier than  
273 pathogen density variations. **Springer nature**, n.1, v.1, 2022.

274 Han, Q.; Ma, Q.; Chen, Y.; Tian, B.; Xu, L.; Bai, Y.; Li, X. Variation in rhizosphere  
275 microbial communities and its association with the symbiotic efficiency of rhizobia in  
276 soybean. **The isme journal**, v.1, n.1, 2020.

277 Jansson, J. K.; Hofmockel, K. S. Soil microbiomes and climate change. **Nature reviews**, v.1,  
278 n.1, 2019.

279 Li, H; Luo, N; Ji, C; Li, J; Zhang, L; Xiao, L; She, X; Liu, Z; Li, Y; Liu, C; Guo, Q; Lai, H.  
280 Liquid organic fertilizer amendment alters rhizosphere microbial community structure and co-  
281 occurrence patterns and improves sunflower yield under salinity-alkalinity stress.  
282 **Environmental microbiology**, v.84, n.1, 2022.

283 Lin, W; Lin, M; Zhou, H; Wu, H; Zi, Z; Lin, W. The effects of chemical and organic  
284 fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. **Plos one**, v.14, n.4, 2019.

285 Lu, T.; Ke, M.; Lavoie, M.; Jin, Y.; Fan, X.; Zang, Z... Rhizosphere microorganisms can  
286 influence the timing of plant flowering. **Microbiome**, v.6, n.1, 2018.

287 Mehta, S.; Singh, B.; Patra, A.; Tripathi, A.; Easwaran, M.; Choudhary, J. R.; Choudhary, M.;  
288 Aggarwal, S. K. Maize microbiome: current insights for the sustainable agriculture.  
289 **Microbiomes and plant health**, n.1, v.1, 2021.

290 Mendes, R.; Garbeva, P.; Raaijmakers, S. The rhizosphere microbiome: significance of plant  
291 pathogenic, and human pathogenic microorganisms. **Femms microbiology reviews**, v.37,  
292 n.1, 2013.

- 293 Mohanran, S.; Kumar, P. Rhizosphere microbiome: revisiting the synergy of plant-  
294 microbiome interactions. **Annals of microbiology**, v.1, n.69, 2019.
- 295 Omotayo, O. P; Babalola, O. O. Resident rhizosphere microbiomes ecological dynamics and  
296 conservation: towards achieving the envisioned sustainable development goals: a review.  
297 **International soil and water conservation research**, v.9, n.1, 2021.
- 298 Prasad, M.; Chaudary, M.; Choudhary, M.; Kumar, T. K. Rhizosphere microorganisms  
299 towards soil sustainability and nutrient acquisition. **Agriculture**, v.1, n.1, 2017.
- 300 Qu, Y.; Tang, J.; Liu, B.; Lyu, H.; Duan, Y.; Yang, Y.; Wang, S.; Li, Z. Rhizosphere enzyme  
301 activities and microorganisms drive the transformation of organic and inorganic carbon in  
302 saline-alkali soil region. **Nature portfolio**, n.12, v.1, 2022.
- 303 Ramakrishnan, B; Maddela, N. R; Venkateswarlu, K; Megharaj, M. Linkages between plant  
304 rhizosphere and animal gut environments: interaction effects of pesticides with their  
305 microbiomes. **Environmental advances**, v.5, n.1, 2021.
- 306 Santos, E. A.; Silva-Filho, U. S.; Barroso, G. M.; Rabelo, J. S.; Melo, E. I.; Santos, J. B.  
307 Arbuscular mycorrhizal fungi diversity in the rhizosphere of tree seedlings subject to residual  
308 herbicides. **Brazilian journal of biology**, v.83, n.1, 2020.
- 309 Singh, R.; Goodwin, S. Exploring the corn microbiome: a detailed review on current  
310 knowledge, techniques and future directions. **Phyto frontiers**, v.2, n.1, 2022.
- 311 Sousa, C. S.; Menezes, R. S. C.; Sampaio, E. V. S. B.; Lima, F. S.; Oehl, F.; Maia, L. C.  
312 Arbuscular mycorrhizal fungi within agroforestry and traditional land use in semi-arid  
313 northeast Brazil. **Acta scientiarum agronomy**, v.3, n.1, 2013.
- 314 Tian, L; Yu, S; Zhang, L; Dong, K; Feng, B. Mulching practices manipulate the microbial  
315 community diversity and network of root-associated compartments in the loess plateau. **Soil  
316 and tillage research**, v.223, n.1, 2022.
- 317

## **ANEXO**

(Normas da revista Acta Scientiarum. Agronomy)

## Diretrizes para Autores

### POLÍTICA DE ACESSO ABERTO

Acta Scientiarum. Agronomy é publicada sob o modelo Acesso Aberto e permite a qualquer um a leitura e download, bem como a cópia e disseminação de seu conteúdo de acordo com as políticas de copyright Creative Commons Attribution 3.0.

### APCs (TAXA DE PROCESSAMENTO DE ARTIGO) E TAXA DE SUBMISSÃO

Acta Scientiarum. Agronomy não cobra aos autores qualquer tipo de taxa de submissão ou publicação.

### POLÍTICA CONTRA PLÁGIO E MÁIS-CONDUTAS EM PESQUISA

Continuando nossa tradição de excelência, informamos as melhorias editoriais que visam fortalecer a integridade dos artigos publicados por esta revista. Em conformidade com as diretrizes do [COPE](http://publicationethics.org) (*Committee on Publication Ethics*), que visam incentivar a identificação de plágio, más práticas, fraudes, possíveis violações de ética e abertura de processos, indicamos:

**1. Os autores devem visitar o website do COPE** <http://publicationethics.org>, que contém informações para autores e editores sobre a ética em pesquisa;

**2. Antes da submissão, os autores devem seguir os seguintes critérios:**

- Com o objetivo de evitar a endogenia e diversidade dos autores publicados, exigimos que, após a publicação na revista, os autores aguardem, no mínimo, 1 ano até publicarem qualquer outro artigo no periódico.

- artigos que contenham aquisição de dados ou análise e interpretação de dados de outras publicações devem referenciá-las de maneira explícita;

- na redação de artigos que contenham uma revisão crítica do conteúdo intelectual de outros autores, estes deverão ser devidamente citados;

- todos os autores devem atender os critérios de autoria inédita do artigo e nenhum dos pesquisadores envolvidos na pesquisa poderá ser omitido da lista de autores;

- a aprovação final do artigo será feita pelos editores e conselho editorial.

**3. Para responder aos critérios, serão realizados os seguintes procedimentos:**

a) Os editores avaliarão os manuscritos com o sistema [CrossCheck](#) logo após a submissão. Primeiramente será avaliado o conteúdo textual dos artigos científicos, procurando identificar plágio, submissões duplicadas, manuscritos já publicados e possíveis fraudes em pesquisa;

b) Com os resultados, cabe aos editores e conselho editorial decidir se o manuscrito será enviado para revisão por pares que também realizarão avaliações;

c) Após o aceite e antes da publicação, os artigos poderão ser avaliados novamente.

### INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:

**1.** *Acta Scientiarum. Agronomy*, ISSN 1807-8621 (*on-line*), é uma publicação contínua da Universidade Estadual de Maringá.

**2.** A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Agronomia, incluindo ciência do solo, entomologia agrícola, fertilidade do solo e adubação, física do solo, fisiologia de plantas cultivadas, fitopatologia, fitossanidade, fitotecnia, gênese, morfologia e classificação dos solos,

manejo e conservação do solo, manejo integrado de pragas das plantas, melhoramento vegetal, microbiologia agrícola, parasitologia agrícola e produção e beneficiamento de sementes.

3. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outro meio de divulgação científica sob pena de exclusão. Esta declaração encontra-se disponível no endereço: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/about/submissions>.

4. Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do Conselho Editorial da revista.

5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.

6. Os artigos submetidos deverão ser em inglês.

7. Os artigos serão avaliados por, no mínimo, três consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.

8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando o **Portal ACTA**, no endereço <http://www.uem.br/acta>.

9. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influenciar sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

10. O texto em inglês dos artigos aceitos para publicação será submetido à correção do *American Journal Experts* e custeado pelos autores. (<http://www.journalexperth.com>).

11. Não serão aceitos manuscritos nos quais:

a) os experimentos de campo não incluam dados de dois anos ou de várias localidades dentro do mesmo ano;

b) a análise de dados obtidos de ambientes controlados seja limitada a apenas um experimento ou bioensaio, sem repetições durante o período;

c) os experimentos se refiram a apenas testes sobre a atividade de produtos químicos ou biológicos contra agentes bióticos ou estresses fisiológicos;

d) os experimentos com cultura *in vitro* sejam limitados ao melhoramento dos protocolos padronizados de cultura ou os que não forneçam novas informações no campo;

e) seus objetivos sejam limitados a registrar a primeira ocorrência de um organismo nocivo ao sistema ecoagrícola ou um estudo básico sobre os parâmetros biológicos do organismo sem uma definida indicação de como esse conhecimento poderia melhorar o manejo da praga no contexto local ou regional.

12. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:

- a)** No processo de submissão, deverão ser inseridos os **nomes completos dos autores** (no máximo oito), **número identificador (ID) do ORCID**, seus endereços institucionais e o *e-mail* do autor indicado para correspondência.
- b)** Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: *Abstract*, *Keywords*, Introdução, Material e métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.
- c)** O título, com no máximo vinte palavras, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.
- d)** O *Abstract* (200 a 300 palavras), deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis *keywords* (recomenda-se não utilizar as palavras do título) deverão ser acrescentadas ao final do *abstract*.
- e)** Os artigos deverão ter de 12 a 20 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no *Word*, ou compatível, utilizando fonte *Times New Roman*, tamanho 12.
- f)** O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.
- g)** O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 2 MB, nem poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do *Word*.
- h)** Tabelas, figuras e gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados.
- i)** As figuras e as tabelas não deverão ultrapassar 17 cm de largura.
- j)** As figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravadas no formato jpg ou png. Ilustrações em cores serão aceitas para publicação.
- k)** Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- l)** As equações deverão ser editadas utilizando o *Equation Built* do *Word*.
- m)** As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- n)** Recomenda-se que os autores realizem a análise de regressão para fatores quantitativos.
- o)** Artigos de revisão poderão ser publicados mediante convite do Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.
- p)** A revista aceita um índice máximo de 5% de autocitações e, ainda, recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge*, *Scopus* ou *SciELO* com menos de 10 anos. Recomenda-se dar preferência às citações de artigos internacionais. Não serão aceitas nas referências citações de monografias, dissertações e teses, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.
- q)** As citações deverão seguir os exemplos abaixo, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). Para citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (2005) ou (Lopes, 2005); **para dois autores**: Souza e Scapim (2005) ou (Souza & Scapim, 2005); **para três a cinco autores** (1.<sup>a</sup> citação): Venturieri, Venturieri, e Leopoldo (2013) ou (Venturieri, Venturieri, & Leopoldo, 2013) e, nas citações subsequentes, Venturieri et al. (2013) ou (Venturieri et al., 2013); **para seis ou mais autores**, citar apenas o primeiro seguido de et al.: Wayner et al. (2007) ou (Wayner et al., 2007).

## MODELOS DE REFERÊNCIAS

Deverão ser organizadas em ordem alfabética, alinhamento justificado, conforme os exemplos seguintes, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados e em itálico, sem o local de publicação. As referências deverão conter o DOI.

### Artigos

#### Um autor

Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. doi: 10.1017/S0021859605005708

**Dois a sete autores** (devem-se indicar todos os autores separados por vírgula, exceto o último que deve ser separado por vírgula seguido de &)

Caporusso, N. B., & Rolim, G. S. (2015). Reference evapotranspiration models using different time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 37(1), 1-9. DOI: 10.4025/actasciagron.v37i1.18277

Achten, W. M. J., Verchot, L., Franken, Y. J., Mathijs, E., Singh, V. P., Aerts, R., & Muys, B. (2008) *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, 32(12), 1063-1084. DOI: 10.7763/ijbbb.2013.v3.215

**Oito ou mais autores** (devem-se indicar os seis primeiros, inserir reticências e acrescentar o último autor)

Soares, M. A., Leite, G. L. D., Zanuncio, J. C., Sá, V. G. M., Ferreira, C. S., Rocha, S. L., ... Serrão, J. E. (2012). Quality Control of *Trichogramma atopovirilia* and *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) adults reared under laboratory conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(2), 305-311. DOI: 10.1590/s1516-89132012000200018

### Livros

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Edinburgh, SC: Addison Wesley Longman.

Kevan, P. G., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2006). *Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature* (2nd ed.). Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests.

Parra, J. R. P. (1991). Consumo e utilização de alimentos por insetos. In A. R. P. Panizzi (Ed.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas* (p. 9-65). São Paulo, SP: Manole.

**Prazo médio** entre submissão e publicação dos artigos publicados em 2016: 9 meses.

## Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita e não está sendo avaliada por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB).
3. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.

4. O texto está em espaçamento 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo **18** páginas.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação por Pares Cega](#).
7. No processo de submissão, deverão ser inseridos os nomes completos dos autores, número identificador do ORCID, seus endereços institucionais e o *e-mail* do autor indicado para correspondência.

## Declaração de Direito Autoral

### DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E DIREITOS AUTORAIS

Declaro que o presente artigo é original, não tendo sido submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou em sua totalidade.

Os direitos autorais pertencem exclusivamente aos autores. Os direitos de licenciamento utilizados pelo periódico é a licença Creative Commons Attribution 3.0 (CC BY 3.0): são permitidos o compartilhamento (cópia e distribuição do material em qualquer meio ou formato) e adaptação (*remix*, transformação e criação de material a partir do conteúdo assim licenciado para quaisquer fins, inclusive comerciais).

Recomenda-se a leitura [desse link](#) para maiores informações sobre o tema: fornecimento de créditos e referências de forma correta, entre outros detalhes cruciais para uso adequado do material licenciado.

## Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.