

# COMUNIDADES BACTERIANAS E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SOLOS ORIZÍCOLAS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RS.

Jeremias Pakulski Panizzon<sup>1</sup>; Harry Luiz Pilz Júnior <sup>2</sup>; Neiva Knaak<sup>3</sup>; Claudio Mundstock<sup>4</sup>; Lidia Mariana Fiuza<sup>5</sup>

Palavras-chave: bactérias, solos, orizicultura, físico-química.

## INTRODUÇÃO

O Arroz (*Oryza sativa*) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo um dos mais importantes grãos em termos econômicos mundiais. Ele também é um produto fundamental na economia de muitos dos países latino-americanos pelo fato de ser um item básico na dieta da população (ARSHAD, 2006). É um cereal de fácil adaptação às diferentes condições de solo, sendo considerada a espécie de maior potencial produtivo para o combate da fome no mundo. Contudo, como qualquer cultura agrícola, o arroz está sujeito a uma série de fatores ambientais que influenciam no seu rendimento (MARTINS, 2004).

No contexto de um agroecossistema de arroz, a diversidade microbiana possui grande importância devido às interações realizadas entre as plantas e os micro-organismos, além da manutenção deste ecossistema. A diversidade presente na rizosfera é diferente do resto do solo, pois os micro-organismos dessa região têm relação direta com o crescimento da planta. As bactérias que vivem ali recebem da planta tanto nutrientes como agentes antimicrobianos, que são seletivos e que inibem certos micro-organismos indesejáveis. Uma melhor compreensão dos fatores ambientais que influenciam as mudanças na diversidade das comunidades de bactérias é muito importante porque interferem nas funções indispensáveis para a manutenção dos ecossistemas (CAVIGELLI, 2000; SEKIGUSCHI, 2002).

O estudo aprofundado das comunidades microbianas que habitam agroecossistemas aquáticos é fundamental para a melhor compreensão do que acontece no solo, visto que estes micro-organismos desempenham funções importantes para a manutenção do habitat (PANIZZON, 2015). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros físico-químicos do solo e a diversidade bacteriana, em duas lavouras de arroz irrigado do RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos municípios de Santo Antônio da Patrulha, RS (Planície Costeira Externa) e Charqueadas, RS (Planície Costeira Interna), em lavouras no sistema de cultivo mínimo, do cultivar Puitá INTA-CL, em áreas de gleissolo e planossolo, respectivamente. Em cada propriedade agrícola foram coletadas amostras de solo em triplicata. Cada amostra foi formada por subamostras coletadas aleatoriamente, abrangendo uma área representativa da propriedade. Após as coletas, o solo foi homogeneizado e retirada uma amostra de 500 gramas (IRGA, 2013).

A identificação dos principais grupos microbianos encontrados nas áreas de arroz foi efetuada através de cultivo em meios seletivos, análise das propriedades citomorfológicas (microscopia) e fisiológicas (bioquímicas), conforme métodos internacionais de classificação bacteriana, descritos no “*Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology*” (HOLT, 2005). As bactérias foram divididas nas classes Gram-positivas ou Gram-negativas, sendo as Gram-

---

<sup>1</sup> Doutor em Biologia, UNISINOS, CEP: 93.022-000, jerepanizzon@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestrando em Microbiologia, UFRGS

<sup>3</sup> Doutora em Biologia, EEA-IRGA.

<sup>4</sup> Doutor em Ciências Agrônômica, EEA-IRGA

<sup>5</sup> Doutora em Ciências Agrônômica, EEA-IRGA

positivas classificadas em grupos esporulantes e não-esporulantes identificados pela morfologia celular, características fisiológicas e bioquímicas. As bactérias Gram-negativas foram identificadas pelo método API *Biomerieux*® 20 E.

Com a colaboração do Laboratório de Análises de Solo e Água da EEA do IRGA, foram analisados os seguintes elementos físico-químicos: Hidrogênio + Alumínio (mg/g), fósforo total (mg/g), Alumínio total (mg/g), cálcio total (mg/g), magnésio total (mg/g), potássio total (mg/g), MO total (mg/g) e pH.

A análise de variância (ANOVA -  $p < 0.05$ ) foi utilizada para avaliar as diferenças na abundância das Unidades Formadoras de Colônias Bacterianas (UFCs) presentes no solo de cada lavoura estudada nos diferentes períodos de cultivo. A diversidade nas áreas orizícolas foi analisada utilizando o índice de Shannon e Evenness, calculados separadamente para cada região, utilizando os valores totais para cada abundância ambiental. Os valores foram transformados pela expressão  $\log_{10}(X + 1)$  para compensar os desvios provocados pela menor ou maior abundância. Para verificar a influência dos parâmetros do solo com a diversidade bacteriana foi realizado a Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando o programa pcor 6.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos resultados foi registrado um total de 29 espécies; destas, 27 foram encontrados em Santo Antônio da Patrulha/RS (PCE) e, 22 em Charqueadas/RS (PCI) nos diferentes períodos de cultivo do arroz (Tabela 1). A abundância das colônias bacterianas na PCE ( $F_{1,9} = 7,84$ ;  $p < 0.05$ ) foi de 18,5% no pré-plantio, 22,3% no período vegetativo, 22,3% no período reprodutivo e 36,9% na maturação. A diversidade estimada foi mais acentuada na maturação ( $H = 3,901$ ) em relação aos valores obtidos no solo de outras fases ( $H = 2,97$ ).

Tabela 1: Frequência de bactérias (UFCs/100 mL) presentes em amostras de solo, nas áreas de cultivo de arroz, em Santo Antônio da Patrulha (PCE) e Charqueadas (PCI), no Estado do Rio Grande do Sul.

Espécies bacterianas/Fases do Cultivo	CHA_PRE	CHA_VEG	CHA_REP	CHA_MAT	SAP_PRE	SAP_VEG	SAP_REP	SAP_MAT	Total
<i>Bacillus thuringiensis</i>	6	4	3	7	3	5	5	7	40
<i>Bacillus cereus</i>	3	2	4	2	3	4	3	5	26
<i>Lysinibacillus sphaericus</i>	3	2	2	1	1	1	2	3	15
<i>Corinebacterium spp.</i>	2	2	1	4	3	2	1	1	16
<i>Lactobacillus spp</i>	2	2	2	1	1	2	2	1	13
<i>Serratia fonticola</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	3
<i>Serratia ficaria</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	3
<i>Pasteurela aerogenes</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Citrobacter koseri/farmeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Klebsiella oxytoca</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Klebsiella pneumoniae spp ozanae</i>	1	0	0	1	0	1	0	3	6
<i>Aeromonas hydrophila gr.1</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Acinetobacter baumannii/calcoaceticus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	6
<i>Proteus penneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Proteus mirabilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Proteus vulgaris</i>	0	1	0	0	2	0	0	0	3
<i>Chryseobacterium meningosepticum</i>	0	0	2	2	0	0	1	0	5
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	3
<i>Pseudomonas fluorescens/putida</i>	2	3	1	1	2	1	2	3	15
<i>Pseudomonas oryzae/habitans</i>	0	0	0	3	0	1	1	3	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	0	0	2	0	0	2	3	8
<i>Pseudomonas luteola</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Ewingella americana</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Burkholderia cepacia</i>	0	0	0	2	0	0	1	2	5
<i>Cromobacterium violaceum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Citrobacter freundii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Ochrobactrum antropodi</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	3
<i>Providencia alcalifaciens/rustigianii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Número de espécies</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	
<b>Shannon</b>	<b>2.381</b>	<b>2.617</b>	<b>2.380</b>	<b>3.801</b>	<b>2.599</b>	<b>3.302</b>	<b>2.999</b>	<b>3.901</b>	
<b>Evenness</b>	<b>0.789</b>	<b>0.802</b>	<b>0.786</b>	<b>0.967</b>		<b>0.812</b>	<b>0.910</b>	<b>0.896</b>	<b>0.988</b>

CHA=Charqueadas; SAP=Santo Antônio da Patrulha; PRE=pré-plantio; VEG=vegetativo; REP=Reprodutivo; MAT=maturação; UFCs=Unidades Formadoras de Colônias.

Já na PCI ( $F_{1,9}=7,03$ ;  $p<0,05$ ) foi de 23,9% no pré-plantio, 21,7% no período vegetativo, 20,7% no período reprodutivo e 33,7% na maturação. A diversidade estimada foi mais acentuada na maturação ( $H=3,801$ ) em relação aos valores obtidos no solo de outras fases ( $H=2,46$ ).

O índice de Evenness indica que a distribuição das espécies é semelhante nos dois locais no período de maturação ( $E=0,988$  e  $0,967$ ). As espécies *Pasteurella aerogenes* e *Pseudomonas luteola* foram registradas somente no solo de áreas de cultivo de arroz, no período de maturação. Já, as espécies *Aeromonas hydrophila* gr.1 e *Ewingella americana* foram observadas no período de pré-plantio e vegetativo, respectivamente (Tabela 1).

As espécies mais abundantes foram: *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus cereus*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Corinebacterium* spp. e *Pseudomonas fluorescens/putida*, encontradas em ambas as lavouras avaliadas. Chin et al. (1999) sugerem que as bactérias do gênero *Bacillus* ocorrem frequentemente em solos rizícolas e que os *Bacillus* spp. representam espécies numericamente importantes na comunidade microbiana do solo. Esses mesmos autores associam a ampla ocorrência de *B. thuringiensis* em ambientes terrestres, em relação às demais espécies, devido a sua capacidade de sobrevivência em condições adversas e ao fácil transporte pelo vento, chuva e animais.

Na análise de CCA, as variáveis que influenciaram a diversidade bacteriana foram pH, matéria orgânica e fósforo. Estes resultados estão adequados com estudos já realizados, que mostraram que o uso de fertilizantes nas lavouras, contendo, por exemplo, o fósforo, em sua formulação, influencia a estrutura das comunidades (REALI, 2011). Assim como o pH pode causar alterações importantes correlacionadas com variações químicas. A matéria orgânica como substrato também é um dos principais reguladores das comunidades de micro-organismos heterotróficos (KIST, 2012).

Tabela 2: Média dos parâmetros físico-químicos na amostragem de solo da cultura do arroz irrigado, em Santo Antônio da Patrulha (PCE) e Charqueadas (PCI), RS.

Regiões - Fase do cultivo								
Físico-químico	CHA_PRE	CHA_VEG	CHA_REP	CHA_MAT	SAP_PRE	SAP_VEG	SAP_REP	SAP_MAT
pH	6,6	7,7	5,4	6,3	6,5	8,2	5,5	4,9
Argila	13	13	13	13	13	12	13	13
Nitrogênio	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9
Fósforo	16,6	14,4	14,7	21,6	10,7	15	11,7	12,3
Potássio	175	184	182	230	132	182	99	195
Cálcio	4,2	2,5	2,4	2,4	5	2,8	1,4	2,7
Magnésio	1,8	1,3	1,8	1,3	1,8	1,6	1	1,5
MO	1,3	1,4	2,3	0,8	1,1	0,4	1,3	0,9
SATK	5,8	8,7	7,4	9	4,1	7,1	6,5	8,1
H+Al	1,2	1,1	1,6	2,2	1,1	1,7	1,2	1,4
RCa/Mg	2,2	1,9	1,4	1,8	2,7	1,7	1,3	1,8
RCa/K	9,3	5,4	5,3	4,1	14,7	6	5,4	5,5

CHA=Charqueadas; SAP=Santo Antônio da Patrulha; PRE=pré-plantio; VEG=vegetativo; REP=Reprodutivo; MAT=maturação; UFCs=Unidades Formadoras de Colônias. MO=Matéria orgânica; SAT= saturação; R= relação.

Os dados encontrados são uma contribuição para o estudo de fatores que influenciam a diversidade das comunidades bactérias heterotróficas em lavouras de arroz irrigado. Os micro-organismos são elementos essenciais nos processos naturais responsáveis pela qualidade do solo e, portanto, o conhecimento da diversidade microbiana do sistema e dos fatores que as influenciam é de considerável importância.

## CONCLUSÃO

Dessa forma, com os dados obtidos nessa pesquisa conclui-se que a diversidade bacteriana é similar nas duas áreas estudadas, independente do tipo de solo. Além disso, a

diversidade de bactérias foi influenciada pelo nitrogênio e a matéria orgânica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio dos pesquisadores da EEA/IRGA nesse projeto e também CNPq e à FAPERGS pelo apoio financeiro no desenvolvimento dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSHAD, R. et al. Rhizospheric bacterial diversity: is it partly responsible for water deficiency tolerance in wheat? **Pakistan Journal of Botany**, Pakistan, v.38, n.5, p. 1751-1758, September 2006.
- BARBIERI, D. M.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 645-653, out./dez. 2008.
- CAVIGELLI MA, ROBERTSON GP. The functional significance of denitrifier community composition in a terrestrial ecosystem. **Ecology**, 81: 1402-1414, 2000.
- CHIN, K.J.; DITTMAR, H.; ULF, H.; WERNER L.; PETER H.J. Characterization and identification of numerically abundant culturable bacteria from the anoxic bulk soil of rice paddy microcosm. **Applied and Environmental Microbiology Journal**, v.65, p. 5042-5049, 1999.
- HOLT, J.G. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- IRGA. **Recomendações Técnicas de Pesquisa para o Sul do Brasil**, Cachoeirinha: Instituto rio grandense do arroz, 2013.
- KIST, D.L. **Reguladores da variação espacial e temporal da comunidade bacteriana em lagoa rasa subtropical**. 2012. 105 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MARTINS, J.F.S; GRUTZMACHER, A.D. In: GOMES, A.S.E JÚNIOR, A.m.m (Ed.). **Descrição e manejo integridade de inseto-praga em arroz irrigado: arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2004.p.635-675.
- PANIZZON, J.P et al. Microbial Diversity: Relevance and Relationship Between Environmental Conservation And Human Health. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v.58, n.1, p.137-145, February 2015.
- REALI, C. et al. Análise bacteriana do solo, em diferentes fases fenológicas, da cultura orizícola na EEA/IRGA. In: VII Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado, 2011, Balneário Camboriú. **VII Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado: Racionalizando Recursos e Ampliando Oportunidades**. Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011. v. 2. p. 59-62.
- SEKIGUCHI H, WATANABE M, NAKAHARA T, XU B, UCHIYAM H. Succession of bacterial community structure along the Changjiang River determined by denaturing gradient gel electrophoresis and clone library analysis. **Appl. Environ. Microbiol**, 68: 5142–5150, 2002