



DIVERSIDADE DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS DA RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES”-QUIXADÁ (CE)

Maria Jamili Sousa Silva¹, Juliani Barbosa de Sousa², Suzana Cláudia Silveira Martins³, Claudia Miranda Martins⁴

1. Graduanda do Curso de Bacharelado em Biotecnologia na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil. jamilisousa@alu.ufc.br
2. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil.
3. Docente na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil.
4. Docente na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil. claudia.miranda.martins@gmail.com

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A143

RESUMO

Actinobactérias são bactérias Gram-positivas com DNA rico em guanina e citosina, mas morfológicamente se assemelham aos fungos. Representam uma das classes mais importantes de bactérias devido a sua capacidade de produzir uma vasta gama de metabólitos biologicamente ativos, é um grupo presente no semiárido nordestino, caracterizando-se pela diversidade cultural apresentada. Tendo conhecimento dessa heterogeneidade, a caracterização cultural converte-se em um instrumento para classificar e identificar esses organismos, dessa forma, objetivou-se caracterizar culturalmente cepas de actinobactérias do semiárido oriundas da RPPN “Fazenda Não Me Deixes”-Quixadá (CE). A caracterização cultural em virtude da cor do micélio aéreo e reverso e da textura das colônias evidenciaram a diversidade das cepas, sendo classificadas em 23 grupos distintos. O acervo de imagens gerado com foco nas diferenças culturais de actinobactérias do semiárido contribuirá com futuras pesquisas acerca desse grupo microbiano.

PALAVRAS-CHAVE: Caatinga, micélio, *Streptomyces*

CULTURAL DIVERSITY OF ACTINOBACTERIA STRAINS ISOLATED FROM RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES”- QUIXADÁ (CE)

ABSTRACT

Actinobacteria are Gram-positive bacteria with DNA rich in guanine and cytosine, but morphologically resemble fungi. They represent one of the most important classes of bacteria because of their ability to produce a wide range of biologically active metabolites. It is a group present in the northeastern semi-arid region, characterized by the cultural diversity presented. Having knowledge of this diversity, the cultural characterization becomes an instrument to classify and identify these organisms, in order to characterize culturally strains of actinobacteria from the semi-arid region of the RPPN "Fazenda Não Me Deixes"-Quixadá (CE). The cultural characterization due to the aerial and reverse mycelium color and the texture of the colonies evidenced the diversity of the strains. The collection of images generated with focus

on the cultural differences of actinobacteria of the semi-arid will contribute with future research on this microbial group.

KEYWORDS: Caatinga, mycelium, *Streptomyces*

INTRODUÇÃO

As actinobactérias, anteriormente denominadas actinomicetos, são bactérias Gram-positivas com DNA rico em guanina e citosina (PEREIRA et al., 2012; PÉREZ et al., 2017). Esses micro-organismos são amplamente distribuídos no solo, na água e em outros ambientes naturais (MAATAOUI et al., 2014). Também podem ser encontrados em ambientes muito extremos, como fontes termais, solos alcalinos, salinos e sedimentos do fundo do mar, além do intestino de animais (GONG et al., 2018).

As actinobactérias morfologicamente se assemelham a fungos (SHOUCHE; BHATI, 2019) e fisiologicamente se assemelham a bactérias (SULTAN et al., 2002). Crescem como hifas assim como os fungos, mas a composição da parede celular é similar à das bactérias Gram-positivas. Devido à sua natureza filamentosa e características culturais, elas foram colocadas em um grupo separado das bactérias comuns (SHOUCHE; BHATI, 2019).

As actinobactérias representam uma das classes mais importantes de bactérias devido sua capacidade de produzir uma ampla gama de compostos orgânicos biologicamente ativos (GANESAN et al., 2017). Elas produzem cerca de dois terços de todos antibióticos de origem natural em uso clínico atual, bem como muitos anticancerígenos, anti-helmínticos e antifúngicos (BARKA et al., 2016). No semiárido existem relatos de produção de enzimas hidrolíticas, como celulase, amilase (ALVES et al., 2016; LOPES et al., 2018) e xilanase (SOUSA et al., 2018).

O gênero *Streptomyces* produz uma impressionante variedade e diversidade de metabólitos secundários bioativos (BARKA et al., 2016). Mais de 6000 compostos são produzidos por *Streptomyces spp.* e muitos deles têm importância comercial como anti-infecciosos (SANASAM et al., 2011). Consequentemente, essas bactérias são de grande importância para a biotecnologia, medicina e agricultura (BARKA et al., 2016).

Habitats negligenciados estão provando ser uma fonte de novas cepas de actinobactérias que produzem novos compostos bioativos, como exemplificado por estudos sobre actinobactérias isoladas de solo desértico, árido e semiárido (OKORO et al., 2009; MOHAMMADIPANAH; WINK, 2016; SILVA et al., 2019).

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, está situada predominantemente, na região nordeste do Brasil, ocupando uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional. Engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (BRASIL, 2019). Os micro-organismos existentes neste bioma são adaptados a estresses ambientais, tais como altas temperaturas, salinidade, alta incidência de radiação solar, e estresse hídrico (VURUKONDA et al., 2016; BARBOSA et al., 2017). Há uma grande predominância do filo de actinobactérias presentes no solo da caatinga (TAKETANI et al., 2015; LIMA et al., 2017).

Tendo em vista a heterogeneidade fenotípica de actinobactérias observada nas cepas de actinobactérias do semiárido, um acervo de imagens poderá tornar-se um material de referência para consulta em pesquisas relacionadas a esse grupo microbiano, dessa forma objetivou-se caracterizar culturalmente e criar um acervo

fotográfico de cepas de actinobactérias provenientes do semiárido da RPPN “Fazenda Não Me Deixes”-Quixadá (CE).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de coleta

As cepas utilizadas neste estudo foram isoladas de amostras de solos da Fazenda Não Me Deixes, localizada no município de Quixadá, Ceará. A propriedade possui 929 hectares, dos quais 300 foram reconhecidos, em 1998, como Reserva Particular de Patrimônio Nacional (RPPN) pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A localização geográfica é latitude 4°49'34" S e longitude 38° 58'9" W, com 210 m de altitude.

O clima do município de Quixadá é identificado como Tropical Quente Semiárido, com pluviosidade média de 717,5 mm, centralizada no período de fevereiro a abril, e temperatura média de 26,6°C (FUNCEME, 2017), o solo da fazenda é classificado como Argissolo Eutrófico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). A amostragem foi feita em padrão zigue-zague, na profundidade de 0-10 cm em duas áreas, uma área antropizada, estando em pousio, e a área da reserva, composta por uma vegetação natural sem uso antrópico.

Actinobactérias

Foram isoladas do solo coletado 29 cepas de actinobactérias, estas foram identificadas como “QX”, indicativo de Quixadá, seguido pelo número. As cepas foram nomeadas como: QX-03, QX-05, QX-10, QX-12, QX-13, QX-14, QX-17, QX-24, QX-25, QX-27, QX-28, QX-29, QX-30, QX-31, QX-33, QX-41, QX-48, QX-52, QX-55, QX-59, QX-60, QX-61, QX- 62, QX- 63, QX-64, QX-65, QX-68, QX-71, e QX-75. Essas cepas estão depositadas na coleção de culturas de actinobactérias do Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMAB) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará.

Cultivo das cepas

Os micro-organismos foram inoculados em meio CDA, 0,5 g de K₂HPO₄ (fosfato de potássio), 0,2 g de MgSO₄.7H₂O (sulfato de magnésio), 2 g de glicose, 0,01g de FeSO₄.7H₂O (sulfato de ferro), 0,2 g de caseína (dissolvida em 10 mL de NaOH 0,1 N precedentemente), 15 g de ágar, 10 mL NaOH e 2,5 mL de nistatina, concentrações para 1000 mL (pH 6,5). As placas foram incubadas em B.O.D., 28 °C, por sete dias, em seguida foi realizada a documentação fotográfica. Uma segunda inoculação foi feita objetivando colônias isoladas com diâmetro maiores, onde, as cepas foram propagadas em meio CD e gotejado 2 µL do caldo no centro da placa de Petri contendo meio CDA. As placas foram incubadas em B.O.D., 28 °C, por 14 dias, sucedendo pela documentação fotográfica.

Caracterização cultural

As cepas de actinobactérias foram caracterizadas culturalmente, sendo as colônias classificadas como: aveludada, concêntrica, radial, umbonada e convexa (AUGUSTINE et al., 2013). As cores do micélio aéreo e reverso foram descritas tendo como base a cartela de cores (WINK, 2012).

Acervo de imagens

As fotos foram realizadas sobre superfícies de cores branca e preto para dar uma contraposição. As cepas foram fotografadas em três planos, superior, inferior e horizontal, enquanto que as colônias isoladas foram registradas nos planos superior e inferior.

Agrupamento de dados

Os resultados obtidos foram convertidos em uma matriz binária e utilizada uma matriz de similaridade para elaboração de um dendrograma que permitiu o agrupamento de cepas semelhantes. Adotou-se o algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method) e coeficiente de Jaccard.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversas cores foram observadas no micélio aéreo, nas duas áreas houve o predomínio da coloração cinza (57% na área antropizada e 26% na área conservada), seguido pela predominância da cor marrom (21% na área antrópica e da cor branca (20%) na área conservada (Figura 1). Na área conservada houve uma maior diversidade de cores, sete cores diferentes comparada com quatro na área antrópica.

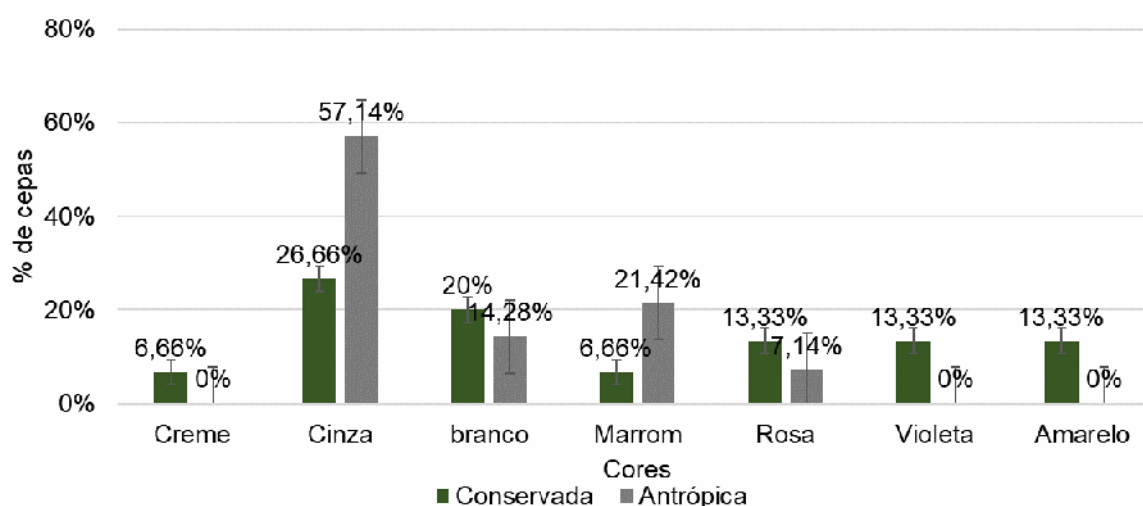


FIGURA 1: Diversidade cromogênica do micélio aéreo das cepas de actinobactérias oriundas de Quixadá (CE), área conservada e área antrópica.

As actinobactérias podem ser diferenciadas de forma rápida pela cor das suas colônias, utilizando as imagens como ferramenta é possível comparar as cores com a produção dos carotenoides e taxonomia das culturas, ajudando a melhorar a seleção das colônias (ROMERO et al., 2012). No semiárido, existe registro da utilização dessa ferramenta no auxílio da classificação e identificação das actinobactérias até o nível de gênero (BRITO et al., 2015; RAMOS et al., 2015; SILVA et al., 2015; MEDEIROS et al., 2018).

A pigmentação das actinobactérias é extensamente utilizada como um critério para identificação de gêneros e estudos taxonômicos do filo *Actinobacteria* (AUGUSTINE et al., 2013; BARKA et al., 2015). A cor do micélio aéreo pode variar de branco, creme, calcário, marrom, cinza a rosado e violeta e o micélio reverso pode variar de marrom, amarelo a laranja (SHOUCHE; BHATI, 2019). Neste estudo

foi observado o predomínio das cores marrom, cinza e branca, esses resultados se assemelham aos encontrados por Dornelas et al. (2017) que trabalharam com cepas de actinobactérias isoladas de solos tropicais, e também por Silva et al. (2015) que ao descrever culturalmente cepas de actinobactérias provenientes do semiárido, observaram a predominância das cores cinza, creme e branco.

Além da cor do micélio aéreo e reverso também foi observada a textura das colônias de actinobactérias, variando entre aveludada, radial com sulcos, concêntrica e umbonada. Na área conservada a maioria das cepas apresentaram textura do tipo radial com sulcos (46%), seguida por aveludada (20%), umbonada (20%) e concêntrica (13%), enquanto que na área antropizada ocorreu uma predominância da textura umbonada (42%), sequente por radial com sulcos (35%) e aveludada (Figura 2).

O crescimento de actinobactérias é caracterizado por pequenas colônias compactas, moles a duras aderindo tenazmente ao meio, sendo a superfície plana ou elevada (SATHI et al., 2001). Estudos realizados por Augustine et al. (2013), identificaram além dos tipos de texturas radial com sulcos, aveluda, concêntrica e umbonada um quinto tipo, convexa. Apesar desse tipo não ter sido identificado entre as 29 cepas estudadas, ainda é possível verificar o quão essas bactérias são distintas entre si ao analisar a textura registrada das colônias.


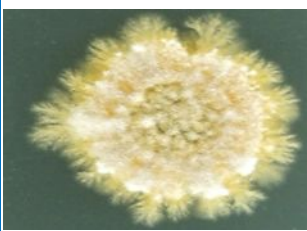


			
a. Radial com sulcos	b. Aveludada	c. Concêntrica	d. Umbonada
Conservada: 46% Antrópica: 35%	Conservada: 20% Antrópica: 21%	Conservada: 13% Antrópica: 0%	Conservada: 20% Antrópica: 42%

FIGURA 2 (a-d): Classificação da textura das colônias das cepas de actinobactérias naturais de Quixadá (CE).

Constatou-se a variação cultural existente nas cepas de actinobactérias naturais de Quixadá (CE), com foco no micélio aéreo e no micélio reverso (Figura 3), no plano horizontal (Figura 4) e colônias isoladas (Figura 5).

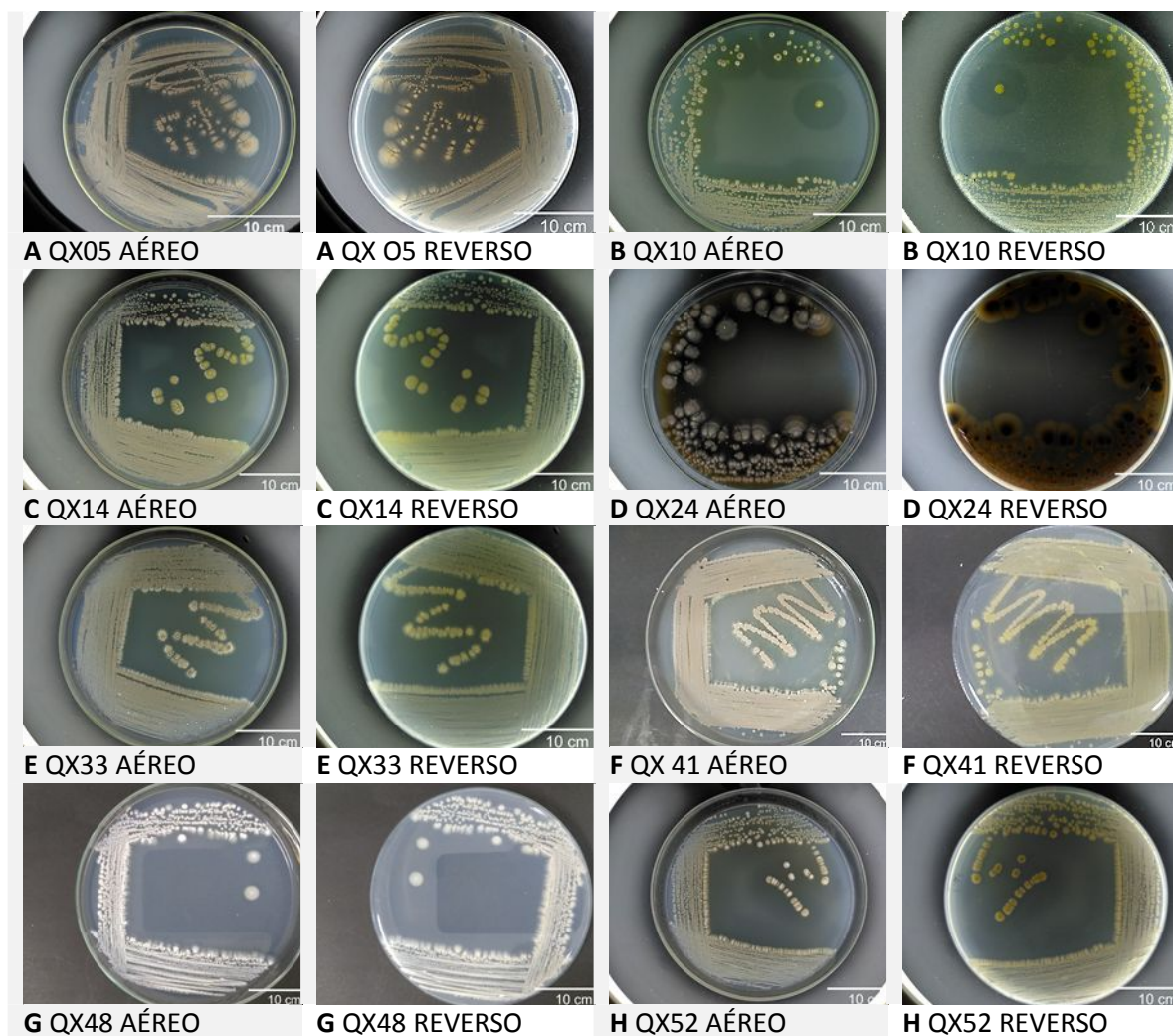


FIGURA 3: Diversidade cultural das cepas de actinobactérias naturais de Quixadá-CE, micélio aéreo e micélio reverso.

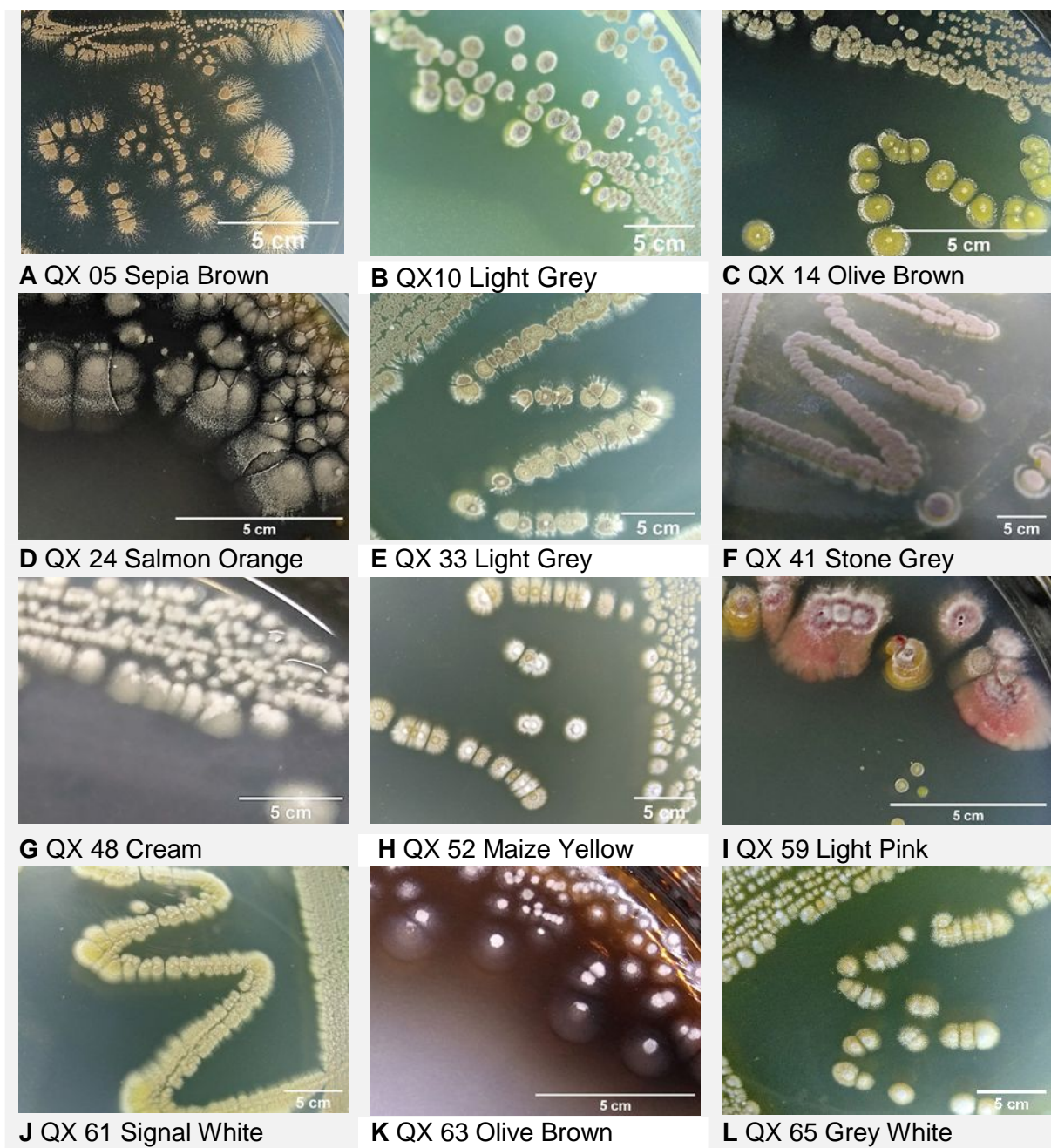


FIGURA 4: Diversidade cultural das cepas de actinobactérias naturais de Quixadá-CE -CE, plano horizontal.

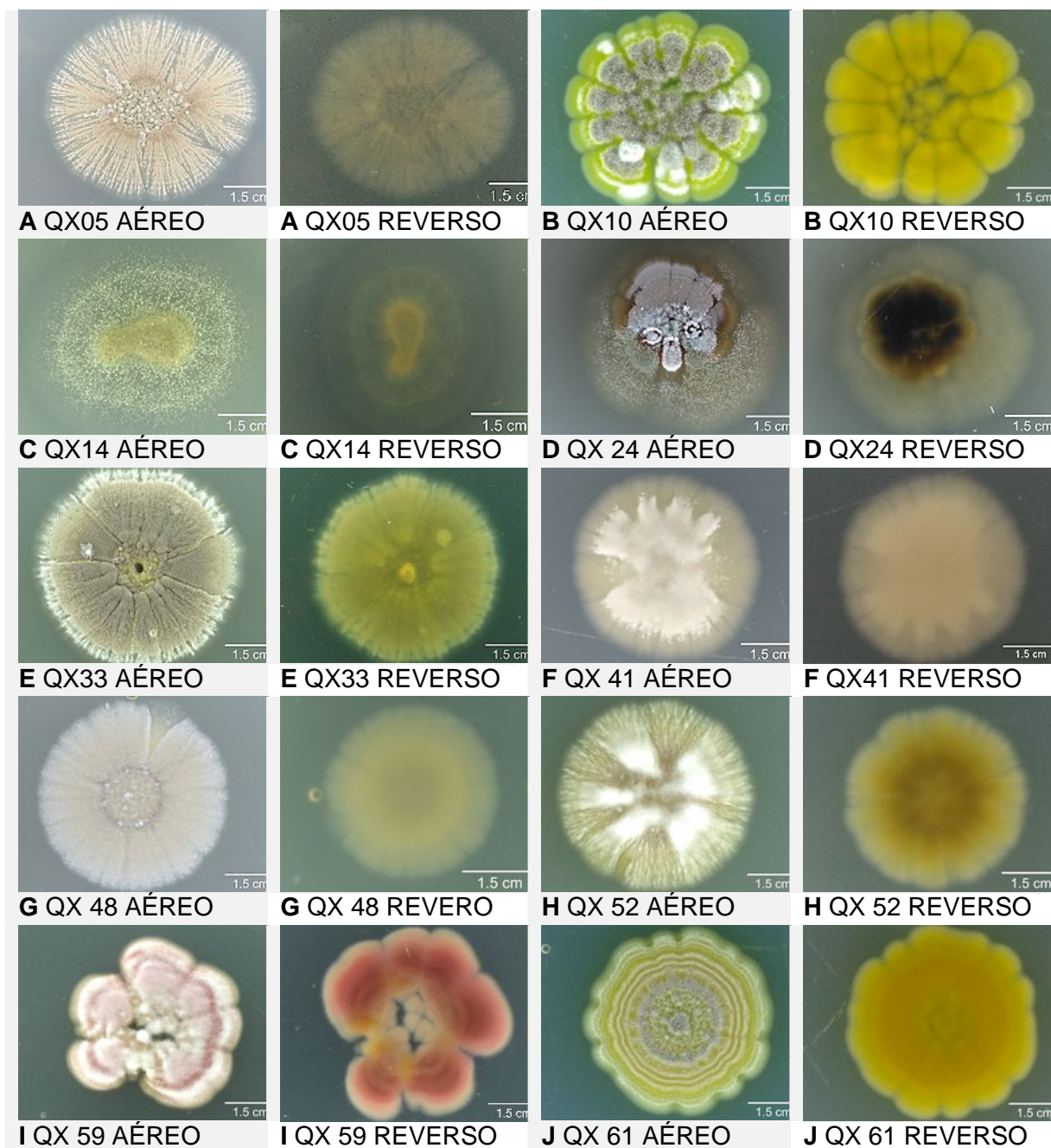


FIGURA 5: Diversidade cultural das colônias de cepas de actinobactérias naturais de Quixadá-CE -CE.

A observação do micélio aéreo e o reverso mostrou que 73,4% das cepas apresentaram o micélio reverso distinto do micélio aéreo. Enquanto apenas as cepas QX 05, QX 14, QX 17, QX 29, QX 48, QX 71, QX 73 e QX 75 apresentaram semelhança entre os dois micélios. Essa distinção entre o micélio aéreo e o reverso pode ser explicada por actinobactérias apresentarem características culturais diferentes quando cultivadas em superfície de ágar (SHOUCHE; BHATI, 2019).

Utilizando-se os dados obtidos foi gerado um dendrograma de similaridade (Figura 6), onde com 96% de similaridade formou-se 23 grupos. Desses 18 grupos são compostos por cepas isoladas, que apresentaram características únicas, os outros cinco grupos albergam 11 cepas, que se agruparam devido as características

similares, o maior grupo é composto por 3 cepas, QX 28, QX 33, QX 55, todas provenientes da área conservada, que apresentam colônias de formato radial e micélio aéreo e reverso na cor cinza. Diferença entre as áreas não foram observadas nos grupos formados.

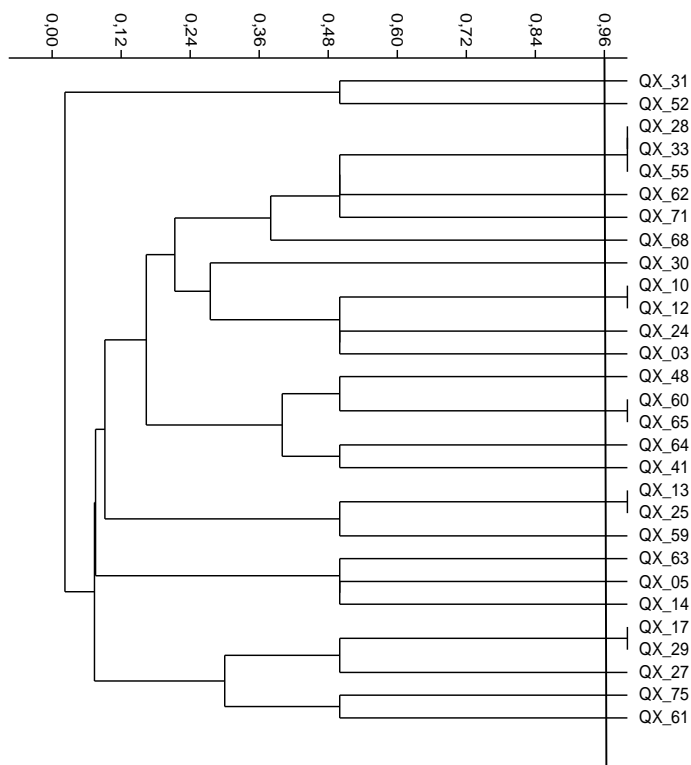


FIGURA 6: Dendrograma de similaridade em função do formato e cor da colônia de cepas de actinobactérias oriundas de Quixadá (CE).

Neste estudo foram predominantes as colônias com textura radial em sulcos, e as cores cinza e branco. Essas cores são comuns de serem encontradas na literatura, como demonstrado por Ramos et al. (2015) e Medeiros et al. (2018), que, ao descreverem culturalmente cepas de actinobactérias provenientes do semiárido, observaram a predominância das cores cinza, creme e branco. Essa caracterização morfológica contribui com pesquisas sobre a comunidade edáfica do semiárido.

CONCLUSÃO

A caracterização cultural das cepas de actinobactérias da Fazenda “Não Me Deixes”-Quixadá (CE) evidenciou a diversidade cromogênica e textural, com predominância das cores branca, cinza e marrom, e textura da colônia radial com sulcos e aveludada. A área conservada apresentou uma maior diversidade em relação a área antropizada. Essas características, em conjunto com o acervo de imagens, podem facilitar estudos ecológicos de actinobactérias oriundas do semiárido.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. A. S., SILVA, V. M. A., GARCIA, F. A. C., MARTINS, S. C. S., MARTINS, C. M., Produção de celulase e amilase por actinobactérias do semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.24, p.1303-1315, 2016. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016b/biologicas/Producao%20de%20celulase.pdf>> doi: 10.18677/EnciBio_2016B_121.

AUGUSTINE, D.; JACOB, J. C.; RAMYA, K.D; PHILIP, R. Actinobacteria from sediment samples of arabian sea and bay of bengal: biochemical and physiological characterization. **International Journal of Research in Marine Sciences**, v. 2, p.56-63, 2013.

BARBOSA, A. F. S., SILVEIRA, L. A., LEAL, P. L. Caracterização de rizobactérias associadas à *Melocactus coinodeus* quanto a mecanismos de promoção de crescimento de plantas. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, v.10, n.3, 2017.

BARKA, E. A., VATSA, P., SANCHEZ, L., GAVEAU-VAILLANT, N., JACQUARD, C. et al. Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.80, n.1, p.1-43, 2016. Disponível em: <<https://mmbr.asm.org/content/80/1/1> > doi: 10.1128/MMBR.00019-1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2019. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BRITO, F. A. E.; RAMOS, K. A.; DA SILVA, R. M.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S.C. S. Actinobacteria from rizospheric soil in the caatinga biome. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 1992-2004, 2015. Disponível em <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/actinobacterias.pdf>>.

DORNELAS, J. C. M., FIGUEIREDO, J. E. F., ABREU, C. S., LANA, U. G. P., OLIVEIRA, C. A. et al. **Characterization and phylogenetic affiliation of Actinobacteria from tropical soils with potential uses for agro-industrial processes**. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2017. doi: 10.4238/gmr16039703.

EMBRAPA–Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>>.

FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Dados dos postos pluviométricos do Ceará, 2017. Disponível em: <<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=hoje> > Acesso em: 15 fev. 2017.

GANESAN, P., REEGAN, A. D., DAVID, R. H. A., GANDHI, M. R., PAULRAJ, M. G. et al. Antimicrobial activity of some actinomycetes from Western Ghats of Tamil Nadu, India. **Alexandria Journal of Medicine**, v.53, n.2, p.101-110, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090506816300094?via%3Dihub>>. Acesso em 19 mar 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2016.03.004>.

GONG, Y., BAI, J. L., YANG, H. T., ZHANG, W. D., XIONG, Y. W. et al. Phylogenetic diversity and investigation of plant growth-promoting traits of actinobacteria in coastal salt marsh plant rhizospheres from Jiangsu, China. **Systematic and Applied Microbiology**, v.41, n.5, p.516-527, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S072320201830167X?via%3Dihub>> doi: <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2018.06.003>.

LIMA, J. V. L.; MARTINS, S. C. S.; SIQUEIRA, K. A.; SOARES, M. A., MARTINS, C. M. Characterization of actinobacteria from the semiarid region, and their antagonistic effect on strains of rhizobia. **African Journal of Biotechnology**, v.16, n.11, p.499-507, 2017. Disponível em: < <http://sci-hub.tw/10.5897/AJB2016.15724>>, doi: 10.5897/AJB2016.15724.

LOPES, J. B. A. C., SILVA, V. M. A., CAVALCANTE, F. G., MARTINS, S. C. S., MARTINS, C. M. produção de enzimas hidrolíticas extracelulares por actinobactérias oriundas do solo e serrapilheira de região semiárida. **Enciclopédia Biosfera**. v.15, n.27, p.35-50, 2018. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/biol/producao.pdf>>, doi: 10.18677/EnciBio_2018A93.

MAATAOUI, H. BARKAI, H., SADIKI, M., HAGGOUD, A., KORAICHI, S. I et al. Physicochemical characterization of actinomycetes isolated from decayed cedar wood: Contact angle measurement. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v.28, n.20, p.2046-2053, 2014. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01694243.2014.943341>> doi: 10.1080/01694243.2014.943341.

MEDEIROS, E. J. T., CAVALCANTE, F. G., SILVA, V. M. A., SILVEIRA, S. C., MARTINS, C. M. Diversidade cultural de cepas de actinobactérias do semiárido. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, n.27, p.205-218, 2018. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/biol/diversidade.pdf>>. doi: 10.18677/EnciBio_2018A87

MOHAMMADIPANAH, F., WINK, J. Actinobacteria from Arid and Desert Habitats: Diversity and Biological Activity. **Frontiers in Microbiology**, v.28, n.6, p.1541, 2016. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/b55c/d4724a4744bc7221ed6dfa06d1b0253554a3.pdf>>. doi:10.3389/fmicb.2015.01541.

OKORO C. K., BROWN, R., JONES, A. L., ANDREWS, B. A., ASENJO, J. A. et al. Diversity of culturable actinomycetes in hyper-arid soils of the Atacama desert, Chile. **Antonie van Leeuwenhoek**, v.95, p.121-133, 2009. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s10482-008-9295-2>> doi:10.1007/s10482-008-9295-2.

PEREIRA, D. S., GOMES, R. S., SEMÊDO, L. T. A. S. Potencial das Actinobactérias na Biodegradação de Hidrocarbonetos. **Revista Eletrônica TECCEN**. v.5, p.71, 2012. Disponível em: <<http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/486/448>> doi: 10.21727/198409932012.teccen.v5i2.71-96.

PÉREZ CORRAL, D., GARCÍA-GONZÁLEZ, N. Y., MORALES, R., BERLANGA, D., RIOS, C. Aislamiento de actinomicetos asociados a rizosfera de árboles de manzano antagonicos a *Fusarium equiseti*. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, v.6, p.1629, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322727778_Aislamiento_de_actinomicetos_asociados_a_rizosfera_de_arboles_de_manzano_antagonicos_a_Fusarium_equiseti> doi: 10.29312/remexca.v6i7.555.

RAMOS, K. A.; BRITO, F. A. E.; NUNES, K. J. F.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S. Caracterização e diversidade cromogênica de actinobactérias de um nicho microbiano preservado no bioma Caatinga. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.2115-2125, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/caracterizacao%20e%20diversidade.pdf>>.

ROMERO, F., FERNÁNDEZ-CHIMENO, R. I., DE LA FUENTE, J. L., & BARREDO, J.-L. Selection and Taxonomic Identification of Carotenoid–Producing Marine Actinomycetes. **Methods in Molecular Biology**, 13–20. 2012. Disponível em: <http://sci-hub.tw/10.1007/978-1-61779-879-5_2> doi:10.1007/978-1-61779-879-5_2.

SANASAM, S., SALAM, N., NINGTHOUJAM, D. Novel bioactive actinomycetes from a niche biotope, Loktak Lake, in Manipur, India. **Journal of Pharmacy Research**, v.4, p.1707-1710, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/234009014_Novel_bioactive_actinomycetes_from_a_niche_biotope_Loktak_Lake_in_Manipur_India>.

SATHI, Z. S., RAHMAN, M. A., GAFUR, M. A. Identification and in vitro antimicrobial activity of a compound isolated from *Streptomyces* species. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.4, p.1523-1525, 2001. Disponível em: <<https://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2001.1523.1525>> doi:10.3923/pjbs.2001.1523.1525.

SILVA, V. M. A.; LIMA, J. V. L; GONDIM, P. M.; MARTINS, C. M; MARTINS, S. C. S. Efeito da irrigação e do tipo de cultivo sobre a riqueza e diversidade cromogênica de actinobactérias do solo de uma região do semiárido do Ceará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 2965-2979, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/biologicas/efeito%20da%20irrigacao.pdf>> doi: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_016.

SILVA, V. M. A; MARTINS, C. M.; CAVALCANTE, F. G.; RAMOS, K. A.; SILVA, L. L. et al. Cross-Feeding Among Soil Bacterial Populations: Selection and

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16 n.29; p. 1868 2019

Characterization of Potential Bio-inoculants. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n, 5. 2019 (*no prelo*). URL: <https://doi.org/10.5539/>.

SHOUCHE, S; BHATI, P. Potencial of actinomycetes as bioremediating and biocontrolling agents. **Paripex - Indian Journal of Research**, v.8, p.36-40, (2019). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330845530_Paper_20_POTENTIAL_OF_ACTINOMYCETES_AS>.

SOUSA, J. B., LIRA, I. C., MARTINS, S. C. S., MARTINS, C. M. Efeito da antropização sobre a produção da enzima xilanase em actinobactérias. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, n.28, p.1033-1042, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018B/BIO/efeito.pdf>> doi: 10.18677/EnciBio_2018B84.

SULTAN, M.Z., KHATUNE, N. A., SATHI, Z. S., BHUIYAN, S. A. M. D., SADIK, G. M., et al. *In vitro* antibacterial activity of an active metabolite isolated from *Streptomyces* species. **Biotechnology**, v.1, p.100-106, 2002. Disponível em: <<https://scialert.net/abstract/?doi=biotech.2002.100.106>> doi:10.3923/biotech.2002.100.106.

TAKETANI, R. G.; KAVAMURA, V. N.; MENDES, R.; MELO, I. S. Functional congruence of rhizosphere microbial communities associated to leguminous tree from Brazilian semiarid region. **Environmental Microbiology Reports**, v. 7, n. 1, p. 95-101, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1758-2229.12187>> doi: 10.1111/1758-2229.12187.

VURUKONDA, S. S. K. P., VARDHARAJULA, S., SHRIVASTAVA, M., & SKZ, A. Multifunctional *Pseudomonas putida* strain FBKV2 from arid rhizosphere soil and its growth promotional effects on maize under drought stress. **Rhizosphere**, v.1, p.4-13, 2016. Disponível em: < <https://sci-hub.tw/10.1016/j.rhisph.2016.07.005>> doi: 10.1016/j.rhisph.2016.07.005.

WINK, J. M. **Compendium of actinobacteria**. University of Braunschweig. p.1-37, 2012.